



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E TECNOLOGIAS
SUSTENTÁVEIS**

MARLON DA LUZ SOARES

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE OVOS E LARVAS DE PEIXES
MIGRADORES EM TRECHO LÓTICO NO MÉDIO RIO URUGUAI, BRASIL**

**CERRO LARGO
2018**

MARLON DA LUZ SOARES

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE OVOS E LARVAS DE
PEIXES MIGRADORES EM TRECHO LÓTICO NO MÉDIO RIO
URUGUAI, BRASIL**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Linha de Pesquisa: Qualidade ambiental

Orientador: Prof^o Dr^o David A. Reynalte-Tataje

**CERRO LARGO
2018**

PROGRAD/DBIB - Divisão de Bibliotecas

SOARES, Marlon da Luz.

Distribuição espaço-temporal de ovos e larvas de peixes migradores em trecho lótico no médio rio Uruguai, Brasil / Marlon da Luz Soares.-- 2018.

53 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. David Augusto Reynalte-Tataje.

Dissertação (Mestrado) – Universidade federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação Mestrado em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis – PPGATS, Cerro Largo, RS, 2018.

1. Ovos e larvas. 2. Peixes migradores. 3. Ambiente Lótico. 4. Variáveis ambientais. I. Reynalte-Tataje, David Augusto, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de geração automática de ficha de identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).



MARLON DA LUZ SOARES

**DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE OVOS E LARVAS DE PEIXES
MIGRADORES EM TRECHO LÓTICO NO MÉDIO RIO URUGUAI, BRASIL**

Dissertação de Mestrado, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis.

Linha de Pesquisa: Qualidade Ambiental

Orientador: Prof. Dr. David A. Reynalte-Tataje

Esta Dissertação foi defendida e aprovada pela banca em: 03/07/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. David A. Reynalte-Tataje - UFES

Prof. Dr. Daniela Oliveira de Lima - UFES

Prof. Dr. Fernando Mayer Pelicice - UFT

DEDICATÓRIA

Ao Professor Diego Riciéri
Manenti (*in memoriam*).

AGRADECIMENTOS

A meu orientador, professor David A. Reynalte-Tataje, por ser companheiro e ter depositado confiança nesse trabalho. Agradeço também pelo amplo conhecimento transmitido, amizade e bons momentos compartilhados em campo. Pessoa que faz jus ao sentido literal das palavras professor e amigo.

A Sarana, braço direito durante muitas atividades de coleta, seja como motorista, barqueira ou em qualquer outra atividade necessária, pelo companheirismo e apoio emocional.

Aos meus pais Pedro e Clarice pelo carinho, incentivo e apoio em todos os momentos.

Ao Técnico de Laboratório Rodrigo pela disponibilidade na organização de materiais e equipamentos para a realização dos campos e triagem das amostras.

As acadêmicas e hoje colegas de Mestrado, Paula e Gabriela no apoio com a triagem das amostras. Ao Santo, Maurício, Dona Cleci, Fabiano, Samuel, Uelinton, Marthoni, Bastian, Adelita e Juliana pelo auxílio nos trabalhos de campo.

Aos Vigilantes da Universidade Federal da Fronteira Sul pelo carisma e disponibilidade quando necessário acesso aos laboratórios em períodos de férias, feriados e finais de semana.

Aos professores do PPGATS da UFFS, campus de Cerro Largo, pelos ensinamentos.

Aos amigos, colegas e demais familiares que embora aqui não citados deram incentivo e apoio para realização deste trabalho.

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo fornecimento de bolsa de estudo.

RESUMO

Reconhecer processos ecológicos e características funcionais que sustentam a reprodução e consequentemente a renovação dos estoques pesqueiros são fundamentais para o planejamento de uso de uma bacia hidrográfica. As táticas reprodutivas dos peixes são diversas na natureza e os movimentos migratórios dos peixes são uns dos mais importantes entre eles. Na região Neotropical ainda não está muito claro como acontecem os movimentos reprodutivos. Nesse sentido o presente estudo visa fornecer informações quanto o padrão reprodutivo para as espécies migradoras do Médio Uruguai através da análise do ictioplâncton, especificamente procurou-se avaliar: (i) a variação espaço-temporal na abundância de ovos e larvas de peixes migradores entre os ambientes de calha do rio principal e foz de tributário; (ii) a composição do ictioplâncton; e (iii) as relações entre as variáveis ambientais e a abundância de ovos e larvas de peixes migradores. As amostragens foram realizadas durante o período reprodutivo num trecho lótico de 120 km no Médio rio Uruguai entre outubro/2016 e janeiro/2017. Essas amostragens ocorreram ao anoitecer com rede de plâncton. Um total de 11.519 ovos, 3.211 larvas foram capturadas. Dentre a composição da assembléia de larvas, foram encontradas 14 espécies migradoras. Foram registrados ovos e larvas de peixes migradores em todas as estações de amostragem, demonstrando que estas espécies estão encontrando estímulos para realizar suas desovas em distintos pontos deste ecossistema, hipótese que é reforçada pelo fato de poder ser encontrado diferentes estágios de larvas numa mesma estação de amostragem. A presença das formas iniciais dos peixes migradores na calha do rio principal e na foz dos tributários mostram que estes ambientes são relevantes para a reprodução. Na estação da foz do rio Piratinim foi encontrada uma elevada densidade de larvas no estágio larval vitelino, informação que somada a alta densidade de ovos de migradores encontrados neste mesmo local corrobora que esse é importante para a reprodução, sendo um tributário de grande porte e menos impactado que os demais. As espécies de *Pimelodus maculatus* e *Salminus brasiliensis* estiveram relacionados principalmente com as estações localizadas nos rios tributários, *Megaleporinus obtusidens*, *Schizodon altoparanae* e *Prochilodus lineatus* tiveram sua maior abundância nas diferentes estações do rio principal. A temperatura e a largura do rio foram os fatores mais importantes para a distribuição das larvas das espécies migradoras, o que parece estar relacionada a segregação das larvas das espécies que são mais encontradas no rio principal e aquelas que são mais encontradas nos tributários, visto que o rio principal se caracteriza por apresentar uma maior largura e temperatura da água do que os três tributários. Observa-se que no trecho estudado não existe apenas um local de reprodução, nem tampouco é verificado um gradiente dos estágios de desenvolvimento larval ao longo do rio. O que é verificado é que todo este trecho é importante para a reprodução e, além disso, algumas espécies migradoras selecionam os tributários para desovar e outras o rio principal.

Palavras-chave: Ovos e larvas, peixes migradores, ambiente lótico, variáveis ambientais.

ABSTRACT

When planning the use and management of a river basin, it is fundamental to recognize the ecological processes and functional characteristics related to reproduction and consequently the restoration of fish stocks. The reproductive tactics of fish are diverse in nature and migratory fish movements are one of the most important among them. In the Neotropical region it is still uncertain how the reproductive movements happen. Considering this, the present study aims to obtain information about the reproductive pattern for the migratory species in the Uruguay river, in a lotic stretch. My specific goals are to evaluate: (i) the spatio-temporal variation in the abundance of eggs and larvae of fish between the trough environments of the main river and tributary mouth; (ii) the composition of ichthyoplankton; and (iii) the relationships between environmental variables and abundance of eggs and larvae. Samplings were carried out during a reproductive period in a 120 km lotic stretch in the Middle Uruguay River between October / 2016 and January/2017. These samplings were conducted at dusk with plankton netting. A total of 11.519 eggs, 3.211 larvae were captured. Among the composition of the larval assembly, 14 migratory species were found. Eggs and larvae were recorded at all sampling stations, demonstrating that these migratory species are finding stimuli to spawn at different points in this ecosystem, a hypothesis that is reinforced by the fact that different stages of larvae can be found in the same sampling station. The presence of the initial forms of migrating fish in the main river channel and the tributary mouths show that these environments are relevant for reproduction. At the station at the mouth of the Piratinim river, a high density of larvae was found in the yolk larval stage, which, together with the high density of migratory eggs found at this site, confirms that this is an important river for fish reproduction, being a large tributary and less impacted than the others. The ichthyoplankton of *Pimelodus maculatus* and *Salminus brasiliensis* were mainly related to the stations located in the tributary river. On the other hand, *Megaleporinus obtusidens*, *Schizodon altoparanae* and *Prochilodus lineatus* ichthyoplankton had their greatest abundance in the main river. The temperature and the river width were the most important factors for the distribution of the larvae of the migratory species. Which seems to be related to the segregation of the larvae of the species that are mostly found in the main river and those that are mostly found in the tributaries, since the main river is characterized by having a greater width and temperature of the water than the three tributaries. In conclusion, in the studied section there is not only one reproduction site, nor is there a gradient of the stages of larval development along the river. What is verified is that all the river stretch is important for reproduction. I also verified that some migratory species select the tributaries to spawn and others the main river.

Key words: Eggs and larvae, migratory fish, lotic environment, environmental variables.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização das seis estações de amostragem.	21
Tabela 2 - Composição e densidade média (indivíduos/10m ³) de larvas de peixes coletados nas diferentes estações de amostragem no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017. Em negrito espécies consideradas migradores segundo Reynalte-Tataje e Zaniboni-Filho (2008) e Agostinho et al., (2007).	25
Tabela 3 - Resultado da MRPP nas comparações pareadas das estações de amostragem aplicada a matriz de dados de densidade de espécies reofílicas coletadas no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017. Valores em negrito foram estatisticamente significativos ($P < 0,05$).	32
Tabela 4 - Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) associando as espécies migradoras e as variáveis ambientais medidas nas diferentes estações de coleta do Médio rio Uruguai, entre outubro de 2016 a janeiro de 2017. Teste de Monte Carlo para a significância do primeiro eixo da ordenação $P < 0,05$ ($n = 999$ permutações). Valores em negrito foram estatisticamente significativos ($P < 0,05$).	33

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Bacia do Rio Uruguai, seus distintos trechos e localização das estações de amostragem.....**21**
- Figura 2** - Valores médios mensais da abundância (erro padrão) de ovos de migradores (Indivíduos/10m³) coletados nas diferentes estações de amostragem no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017.....**27**
- Figura 3** - Proporção de Captura de ovos de peixes migradores em estágio de Segmentação (S), Cauda contida (C/C) e Cauda livre (C/L), coletados nas diferentes estações de amostragem no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017.....**28**
- Figura 4** - Valores médios mensais da abundância logaritmizadas (+/- erro padrão (EP) e desvio padrão (DP)) de larvas de espécies migradoras (Indivíduos/10m³) nas diferentes estações de amostragem (A) e meses (B) no Médio rio Uruguai.**29**
- Figura 5** - Proporção de Captura de larvas de peixes migradores em estágio larval vitelínico (LV), pré-flexão (PF), flexão (F) e pós-flexão (PoF), coletados nas diferentes estações de amostragem no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017.....**30**
- Figura 6** - Análise de correspondência (CA) mostrando a segregação espacial da matriz de dados de densidade para as diferentes estações de amostragem (A) e espécies reofílicas (B) coletados no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017.....**31**
- Figura 7** - Análise de correspondência canônica relacionada à categorização da abundância de espécies migradoras nas coletas realizadas nas diferentes estações de amostragem no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017.....**34**
- Figura 8** – Seção longitudinal de Rio Uruguai e distinção dos trechos alto, médio e baixo, informando a riqueza de peixes migradores registrados em estudos de ictioplâncton e a localização de barramentos.**40**

LISTA DE SIGLAS

CT – Comandai Tributário

CP – Comandai Principal

IT – Ijuí Tributário

IP – Ijuí Principal

PT – Piratinim Tributário

PP – Piratinim Principal

LV – Larval Vitelino

PF – Pré-Flexão

F – Flexão

PoF – Pós-Flexão

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	12
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1	MIGRAÇÃO COMO ESTRATÉGIA REPRODUTIVA	14
2.2	PEIXES MIGRADORES DO RIO URUGUAI	16
2.3	DESCARATERIZAÇÃO DO AMBIENTE LÓTICO	17
2.4	ESTUDO DE ICTIOPLÂNCTON	18
3.	METODOLOGIA	19
3.1	ÁREA DE ESTUDO	19
3.2	AMOSTRAGEM	22
3.3	ANÁLISE DOS DADOS	23
4.	RESULTADOS	24
4.1	COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA	24
4.2	VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA ABUNDÂNCIA DE OVOS E LARVAS DE PEIXES MIGRADORES	27
4.2.1	ABUNDÂNCIA DE OVOS	27
4.2.2	ABUNDÂNCIA DE LARVAS	28
4.3	ESTRUTURA DA ASSEMBLEIA DE LARVAS DE PEIXES MIGRADORES	30
4.4	RELAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DOS ORGANISMOS DE ICTIOPLÂNCTON COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS	33
5.	DISCUSSÃO	35
6.	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

A reprodução de uma população é parte relevante dentro do processo conhecido como recrutamento (AGOSTINHO; GOMES, 1997; SHOJI; TANAKA, 2003), sendo que a perpetuação da espécie depende do sucesso nesta etapa (AGOSTINHO et al., 2004). Reconhecer processos ecológicos e características funcionais que sustentam a reprodução e conseqüentemente a renovação dos estoques pesqueiros são fundamentais para o planejamento de uso de uma bacia (POULSEN et al., 2002).

As táticas reprodutivas dos peixes são diversas na natureza (NAKATANI et al., 2001) e os movimentos migratórios dos peixes são uns dos mais importantes entre eles. A migração é uma forma de encontrar o habitat ideal para o desenvolvimento dos primeiros estágios, o qual difere dos adultos e varia de acordo com a espécie (BRÖNMARK et al., 2013). Para algumas populações a diferença é muito marcada como é o caso dos salmões do Pacífico e do Atlântico, espécies que migram dos oceanos para se reproduzir em rios continentais na procura por locais específicos conhecido como fenômeno do *Homing*, quando há fidelidade (HENDRY et al., 2004). Já para alguns ciprinídeos europeus esses movimentos reprodutivos envolvem sair de ambientes lênticos onde vivem os adultos para procurar ambientes lóticos onde possam realizar a desova (SKOV et al., 2008) e para os ciprinídeos asiáticos essa migração envolve o deslocamento dos reprodutores dos trechos inferiores dos rios para as regiões a montante, em migrações que podem alcançar algumas centenas de quilômetros (LUCAS; BARAS, 2008).

Na região tropical ainda não está muito claro como acontecem os movimentos reprodutivos. A maior parte dos autores considera que eles são ascendentes e que a reprodução acontece principalmente nos trechos altos da calha principal ou nos trechos a montante dos seus principais tributários (VAZZOLER; MENEZES, 1992; NAKATANI et al., 1997) e que incluem deslocamentos de centenas (AGOSTINHO; ZALEWSKI, 1996; VAZZOLER et al., 1997; NAKATANI et al., 1997) ou até milhares de quilômetros (GODOY, 1975; BARTHEM; GOULDING, 1997). Esse tipo de modelo reprodutivo tem se aplicado também para explicar a migração reprodutiva dos peixes do rio Uruguai, entretanto, alguns autores nos últimos anos tem mostrado que para algumas espécies migradoras, este movimento possa ser mais curto (REYNALTE-TATAJE et al., 2012) e que acontece em distintos pontos ao longo da calha do rio

principal (REYNALTE-TATAJE, 2008) e também na região inferior dos tributários (ZANIBONI-FILHO; SCHULTZ, 2003). Porém, esses estudos têm sido realizados em ambientes impactados do rio Uruguai e onde os barramentos tem reduzido significativamente os trechos lóticos no rio principal (REYNALTE-TATAJE, 2008; HERMES-SILVA et al., 2009; SILVA et al., 2012). Neste sentido, o presente estudo foi desenvolvido no Médio rio Uruguai, o qual ainda possui um trecho lótico de mais de 800 km, de tal modo podendo ajudar a compreender como ocorre o processo reprodutivo das espécies de peixes migradores nesta bacia, mediante a análise de padrões espaciais e temporais de distribuição dos ovos e larvas, que permitam entender a importância da calha do rio principal e dos principais tributários no processo reprodutivo.

Em base as referências levantadas para estudos realizados na bacia do Prata (AGOSTINHO; ZALEWSKI, 1996; VAZZOLER et al., 1997; SANCHES et al., 2006) onde se insere o rio Uruguai, hipotetizou-se que o padrão reprodutivo para as espécies migradoras deste rio inclui áreas reprodutivas tanto na calha do rio principal como em foz de tributários, com um aumento crescente dos estágios de desenvolvimento larval em direção a jusante. O presente trabalho avaliou: (i) a variação espaço-temporal na abundância de ovos e larvas de peixes entre os ambientes de calha do rio principal e foz de tributário; (ii) a composição do ictioplâncton; e (iii) as relações entre as variáveis ambientais e a abundância de ovos e larvas durante um período reprodutivo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 MIGRAÇÃO COMO ESTRATÉGIA REPRODUTIVA

Ao longo do processo evolutivo, as espécies se adequaram a vida em ambientes lóticos, criando táticas para a reprodução, a pressão de predação e a obtenção de recursos básicos necessários, tanto para os adultos quanto para os estágios iniciais de desenvolvimento (POULSEN et al., 2002). Para algumas espécies a migração faz parte desta adaptação, onde o movimento é guiado por condições ambientais adversas, refúgio de predadores, habitat, alimentação e pela busca por locais adequados à reprodução (GLOWKA, 2000; POULSEN et al., 2002). Em ambientes lóticos as estratégias reprodutivas são diversas para os peixes (NAKATANI et al., 2001), onde os movimentos para desova provavelmente evoluíram em cenários em que o habitat ideal para crescimento e sobrevivência diferia entre juvenis e adultos (BRÖNMARK et al., 2013).

Na região Neotropical, os peixes migradores são conhecidos por realizar deslocamentos ascendentes ao longo do rio para se reproduzir (VAZZOLER; MENEZES, 1992). As espécies migradoras da América do Sul, como Characiformes e Siluriformes, particularmente iniciam a migração reprodutiva em condições ambientais específicas, tais como aumento da temperatura, nível do rio e turbidez, os quais agem como gatilho que desencadeia a migração, estímulo básico para o processo fisiológico que propicia a maturação gonadal e a desova (GODOY, 1975; VAZZOLER et al., 1996). A estreita relação com o período de chuvas, presença de um trecho lótico, acessibilidade a áreas de desova e ambientes de berçário para o desenvolvimento das larvas já é conhecida (AGOSTINHO et al., 1993; AGOSTINHO et al., 2004; REYNALTE-TATAJE et al., 2008).

Existem várias teorias que sugerem como a migração é regida. Segundo Petts (2000) os rios podem ser considerados sistemas abertos com estrutura tridimensional (longitudinal, lateral e vertical), caracterizados pelos processos hidrológicos e geomorfológicos, frente as mudanças climáticas e temporais.

Na América Central e América do Sul, região neotropical, movimentos reprodutivos de peixes têm sido estudados principalmente nas bacias amazônica e do Paraná (LIMA; ARAÚJO-LIMA, 2003; SUZUKI et al., 2009; MOUNIC-SILVA;

LEITE, 2013; OLIVEIRA et al., 2015; BARTHEM et al., 2017). Estes trabalhos indicam que o recrutamento de peixes migradores para estas bacias é positivamente influenciado pela intensidade das cheias, indo ao encontro da teoria do pulso de inundação, preconizada por Junk et al. (1989).

Essa dinâmica de recrutamento parece se iniciar com as migrações para desova em direção as regiões a montante do rio, ocorrendo no período de chuvas da bacia (AGOSTINHO et al., 2003; KAWAKAMI-RESENDE, 2003; GODINHO; GODINHO, 2003; ZANIBONI-FILHO; SCHULZ, 2003; GODINHO et al., 2010). No entanto, este comportamento também se relaciona com a teoria do contínuo fluvial (VANNOTE et al., 1980), a qual menciona que de montante a jusante um ecossistema lótico, apresenta condições de variáveis em um gradiente contínuo, o qual induz uma série de respostas dentro da biota. Nesse sentido, o ciclo de vida das espécies migradoras pode estar adaptado a aproveitar as melhores condições ambientais para cada estágio, assim ambientes mais a montante, estreitos e correntosos, seriam adequados a desova e deriva, e as regiões a jusante mais amplas e menos correntosas e com mais acúmulo de nutrientes, seria adequado para a criação de larvas e jovens de migradores. Onde Humphries et al. (2014) menciona no conceito de onda, o qual propõe que à medida que esta atinge a crista, momento do ápice da cheia, resulta no aumento dos insumos alóctones de energia e a produção autóctone com o aumento da várzea, disponibilizando amplo recurso para os estágios iniciais. Dentro desse contexto, Campbell Grant et al. (2007) refere que na dinâmica ecológica em redes dendríticas, a estrutura espacial regula e modifica processos em vários níveis de organização, e o arranjo espacial específico e organização hierárquica desses elementos interage com um movimento comportamental das espécies para alterar padrões de distribuição e abundância populacional e interações da comunidade.

Como o rio Uruguai é o único da bacia do Prata que está totalmente inserido em latitude subtropical, este sistema exibe uma fisiografia única (ZANIBONI-FILHO; SCHULZ, 2003), na qual a planície de inundação está ausente em seu curso alto e presente apenas na parte final do curso médio. Desta forma, as espécies migradoras comuns aos rios da bacia do Prata apresentam peculiaridades únicas em seu comportamento reprodutivo no rio Uruguai, pelas características singulares de sua paisagem (ZANIBONI-FILHO et al., 2017).

Contudo, a migração reprodutiva requer um espaço essencial durante o ciclo de vida de um indivíduo, sendo esse gradiente espacial variável entre as espécies de peixes migradores, onde alguns requerem amplos trechos livres da bacia, entretanto, outras desenvolvem curtas migrações laterais para a reprodução (AGOSTINHO et al., 2007). Nesse contexto, Bonetto e Castello (1985) sugerem que este espaço pode variar dentro da mesma espécie e que os peixes migram de forma ascendente até alcançar locais propícios a desova, sendo que estes locais podem estar a distâncias variáveis. Consequentemente um trecho mínimo para que as espécies realizem todas as suas atividades vitais e a localização destes ambientes ainda é pouco conhecido.

O melhor entendimento dos mecanismos migratórios das diferentes espécies de peixes neotropicais e seu comportamento em relação aos requerimentos espaciais para a desova necessita de um grande esforço de pesquisa (AGOSTINHO et al., 2007).

2.2 PEIXES MIGRADORES DO RIO URUGUAI

Em termos de composição de peixes migradores, o rio Uruguai apresenta, de forma geral, semelhança ao sistema do rio Paraná, com predominância das ordens Characiformes e Siluriformes. Enquanto esse rio apresenta cheias anuais de verão relativamente previsíveis permitindo a migração dos peixes e inundação das áreas alagáveis para criação de larvas, no rio Uruguai, o regime hidrológico é variável podendo apresentar períodos secos na época reprodutiva dos peixes, diferindo também, quanto a ausência de lagoas marginais e planícies de inundação em grande parte da bacia, que conciliada ao regime hidrológico característico, pode selecionar diferenciado comportamento reprodutivo visto suas particularidades (ZANIBONI-FILHO; SCHULZ, 2003).

Agostinho et al. (2007) cita trinta e cinco espécies migradoras para a bacia do rio Paraná/Paraguai e quinze para o rio Uruguai, estas representam grande relevância quanto aos serviços ecológicos prestados, importância econômica e preocupação quanto ao grau de preservação. No entanto estas populações de peixes migradores do rio Uruguai sofreram perdas significativas em virtude dos impactos antrópicos que ocorreram ao longo da ocupação histórica da sua bacia, principalmente com a implantação de hidrelétricas no trecho superior (BEUX; ZANIBONI-FILHO, 2012). Dentre as populações mais prejudicadas, pode-se

menção espécies de grande valor comercial e pesqueiro, tais como o dourado (*Salminus brasiliensis*), o grumatã (*Prochilodus lineatus*) e o pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) (ZANIBONI-FILHO et al., 2008).

2.3 DESCARATERIZAÇÃO DO AMBIENTE LÓTICO

As alterações nos ambientes de água doce, decorrentes das demandas humanas vem sendo crescente ao longo da história. A implantação de hidrelétricas e a construção de barramentos no leito do rio pode ser elencada como uma das principais ameaças a biodiversidade de água doce (DUDGEON et al., 2006; VOROSMARTY, et al., 2010). A construção de barramentos isola segmentos adjacentes de um rio e pode exercer efeitos drásticos sobre espécies migradoras (AGOSTINHO et al., 2008). A alteração física do habitat pela fragmentação, redução ou eliminação das áreas de desova, alimentação e/ou crescimento dos estágios iniciais é um dos principais motivos para redução ou extinção das populações de migradores (REYNALTE-TATAJE et al., 2008).

Em regiões impactadas por barramentos, como é o caso da bacia do rio Paraná, tributários foram identificados como locais que podem servir como áreas de desova, e o rio principal como área de berçário (BAUMGARTNER et al., 2004), assim como para a região do Alto rio Uruguai (HERMES-SILVA et al., 2009; CORRÊA et al., 2011; REYNALTE-TATAJE et al., 2012b). Barzotto et al. (2015), evidenciaram que os grandes migradores da bacia do Paraná, como o Dourado (*Salminus brasiliensis*), Pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) e o Curimatã (*Prochilodus lineatus*), podem procurar tributários livres de barramentos para desovar, destacando a importância desses locais para a manutenção dessas espécies. Contudo, recentemente, Ziober et al. (2015) destacaram a importância de trecho livre de barragens inserido dentro de um parque ambiental como área importante para desova e criação de peixes, complementando que nesta região a ausência da planície de inundação aumenta o uso da calha do rio.

Adicionalmente, em trechos do rio Uruguai ainda não impactados por hidrelétricas, principalmente localizados em sua região média, existe a necessidade de compreender a dinâmica do processo reprodutivo de peixes migradores, visto o eminente risco de implantação de novos barramentos neste trecho (POPESCU et al., 2012; PALOMINO-CUYA et al., 2013). Assim, entender quais são as características ambientais que direcionam a desova, locais de crescimento de estágio iniciais e o

recrutamento de peixes migradores são itens relevantes para a manutenção de muitas populações de peixes em rios (KING et al., 2016; RODGER et al., 2016; TONKIN et al., 2017).

2.4 ESTUDO DE ICTIOPLÂNCTON

O estudo de ovos e larvas tem-se mostrado de grande importância, por fornecer informações tanto para a ictiologia como para o inventário ambiental, monitoramento de estoques e manejo de pesca. Como ferramenta para o inventário ambiental, o estudo de ovos e larvas servem (i) à detecção de novos estoques ou avaliação de estoques já explorados; (ii) à identificação e delimitação de áreas de desova; e (iii) à identificação da importância relativa dos corpos da água no recrutamento (HEMPEL, 1973). Em relação à determinação dos locais de desova, esse é o método mais eficiente (FONTENELES FILHO, 1989). Entretanto, ele tem como pré-requisito a precisa identificação dos ovos e larvas (RICHARDS, 1985).

A identificação precisa das áreas de desova e de criadouros naturais de peixes tem importância fundamental para a implementação de medidas de orientação e proteção dessas áreas. Essas informações constituem um dado precioso em qualquer das fases a avaliação de impacto ambiental.

Por outro lado, este tipo de estudo pode dar informações precisas e garantidas da reprodução dos peixes, visto que apenas a verificação de gônadas maduras de um peixe não é garantia que o peixe vai desovar ou de que o local onde foi capturado aquele peixe é o local de reprodução. Assim, este tipo de levantamentos proporciona dados importantes para aferir hipóteses sobre as táticas reprodutivas dos peixes, principalmente das espécies migradoras que apresentam ovos pelágicos facilmente capturáveis pelas redes de plâncton.

3. METODOLOGIA

3.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado no Rio Uruguai, o mais recente da formação da bacia do Prata, a qual também é composta pelo rio Paraguai e Paraná. O rio Uruguai é caracterizado por apresentar uma sequência de poços e trechos encachoeirados, perfil bastante inclinado na parte superior, que inicia em uma altitude de aproximadamente 1800m, o relevo acidentado desse trecho da bacia de drenagem garantem amplas e repentinas variações de vazão e escoamento rápido da água. O seu trecho médio inicia a uma altitude aproximada de 130m, percorrendo 800km com uma declividade média de 0,16%, embora ainda apresente trechos com águas rápidas. A parte baixa da bacia o rio percorre cerca de 350 km com um desnível inferior a 1m (ZANIBONI-FILHO; SCHULZ, 2003).

Este trabalho foi realizado em seu trecho médio, região que é caracterizada por apresentar menor declividade que o Alto Uruguai, livre de barramentos, com águas mais lentas, presença de poços, baixios, remansos, ilhas e ainda algumas corredeiras. O trecho estudado não possui planície de inundação a qual está presente nesta região do médio, porém mais próxima com a divisa do baixo Uruguai. Nessa bacia o período de cheias ocorre entre junho e outubro, embora possam ser observadas grandes variações de nível de água entre um ano para o outro (ZANIBONI-FILHO; SCHULZ, 2003). De acordo com Reynalte-Tataje et al. (2008a) o período mais seco para a bacia geralmente acontece entre o final da primavera e o início do verão.

Foram selecionadas três subáreas de estudo localizadas nas proximidades da confluência dos principais tributários da região, trecho onde o rio faz divisa com a província de Misiones, Argentina, contemplando uma extensão aproximada de 120 km (Figura 1). As coletas de ovos e larvas foram realizadas em seis estações de amostragem, sendo três estações em ambientes de calha do rio principal e três em ambiente de foz de tributário (Tabela 1):

- (a) Subárea do Rio Comandai (27° 51' 19"S; 55° 02' 56"W), localizada a 240 km a jusante do Salto do Yucumã. Esta subárea compreende a estação CP (rio principal) localizada acima da desembocadura do rio Comandai, caracterizada por apresentar áreas de baixios com poucos poços intercalados, e a estação CT (tributário) localizada no rio Comandai a 150m a montante de sua foz, com aproximadamente 45m de largura e com área de drenagem da bacia de 2.263 km².
- (b) Subárea do Rio Ijuí (27° 57' 54"S; 55° 20' 04"W) localizada a 42 km a jusante da subárea do Rio Comandai. Este local compreende a estação IP (rio principal) localizada acima da desembocadura do rio Ijuí, caracterizada por apresentar áreas de baixios com presença de poços pronunciados intercalados, e a estação IT (tributário) localizada no rio Ijuí a 150m a montante de sua foz, com aproximadamente 140m de largura e com área de drenagem da bacia de 10.700 km².
- (c) Subárea do Rio Piratinim (28° 04' 49"S; 55° 25' 45"W) localizada 22 km a jusante da subárea do Rio Ijuí. Este local compreende a estação PP (rio principal) localizada acima da desembocadura do rio Piratinim, caracterizada por apresentar áreas de baixios, poços pronunciados intercalados, corredeiras e maciço de ilhas pequenas e grande porte (>1km), e a estação PT (tributário) localizada no rio Piratinim a 150m a montante de sua foz, com aproximadamente 130m de largura e com área de drenagem da bacia de 7.500 km².

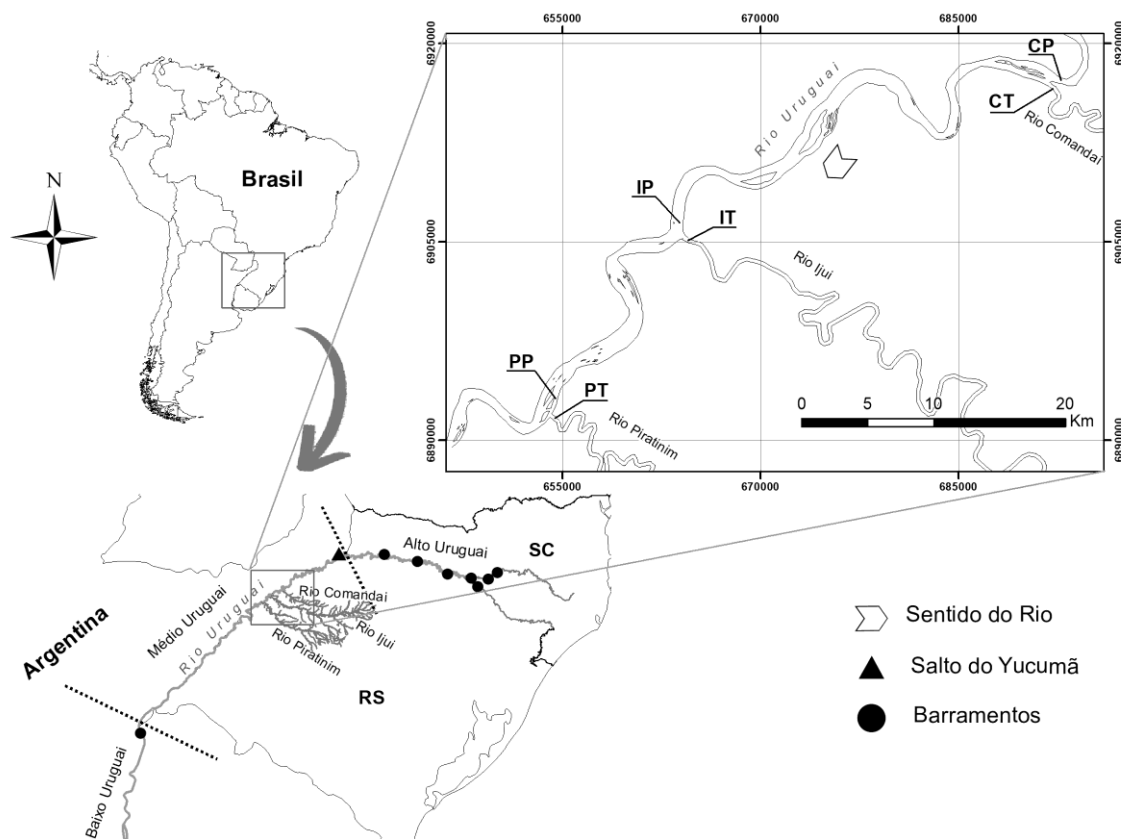


Figura 1 – Bacia do Rio Uruguai, seus distintos trechos e localização das estações de amostragem.

Tabela 1 – Caracterização das seis estações de amostragem.

Subárea	Estação	Ambiente	Largura (m)	Localização
Comandai	CP	rio principal	1070	Rio Uruguai
	CT	foz de tributário	45	Rio Comandai
Ijuí	IP	rio principal	950	Rio Uruguai
	IT	foz de tributário	140	Rio Ijuí
Piratinim	PP	rio principal	1300	Rio Uruguai
	PT	foz de tributário	130	Rio Piratinim

3.2 AMOSTRAGEM

As amostras foram realizadas mensalmente, abrangendo o período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017. Este período é um conhecido pico reprodutivo de espécies migradoras para o rio Uruguai (REYNALTE-TATAJE et al., 2008b).

As amostragens foram realizadas após o entardecer, não ultrapassando as duas primeiras horas da noite. Foram utilizadas redes de plâncton do tipo cônico-cilíndricas, de malha 0,5 mm e 1,5m de comprimento, sendo que em cada rede foi acoplado um fluxômetro mecânico para posterior obtenção do volume de água filtrada. Em cada estação de amostragem, as coletas de ictioplâncton foram realizadas durante três dias com intervalos de 24h. Para coleta foi utilizado duas redes dispostas contra a corrente na subsuperfície da água, onde foram realizados dois arrastos, com duração de 10 min/cada, totalizando quatro amostras/dia/estação. A abundância diária de cada ponto foi representada pela média das quatro amostras, sendo três réplicas para cada estação de amostragem. Todo o material coletado foi acondicionado em frascos de polietileno, fixado em formalina 4%.

Em laboratório, as amostras foram triadas sob microscópio estereoscópio com o auxílio de placa de Bogorov e os ovos e larvas separados do restante do plâncton. Em seguida, as larvas encontradas foram identificadas ao menor nível taxonômico possível de acordo com Nakatani et al. (2001) e Reynalte-Tataje e Zaniboni-Filho (2008), assim como a distinção de ovos de migradores avaliados pelo tamanho do espaço perivitelino (>30%) (NAKATANI et al., 2001) e larvas de migradores conforme Reynalte-Tataje e Zaniboni-Filho (2008) e Agostinho et al., (2007).

Em cada estação de amostragem, com utilização de multiparâmetros foram medidos a temperatura da água (°C), o oxigênio dissolvido (mg/L), o pH, a condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) e com disco de secchi a transparência da água (cm). A velocidade foi medida com a ajuda do fluxômetro e os dados de cota foram obtidos através das estações de monitoramento da Marinha Naval Argentina localizadas em San Javier e Puerto Concepcion. A largura do rio foi obtida através do Software Google Earth Pro.

3.3 ANÁLISE DOS DADOS

A abundância dos táxons identificados em cada estação de amostragem foi padronizada em uma densidade de 10 m³ de água filtrada, conforme Tanaka (1973) modificado por Nakatani et al. (2001). Os pressupostos de normalidade e homocedasticidade foram verificados utilizando o teste de Levene (WILKINSON, 2007). Os dados de densidade e as variáveis ambientais, com exceção do pH foram log-transformadas ($\log_{10}(x + 1)$) para estabilizar e normalizar as variâncias (PETERS, 1986).

Para avaliação da variação espaço-temporal foi utilizado como variável dependente a densidade de ovos e larvas de peixes migradores com aplicação de uma ANOVA trifatorial, onde foi considerado como fatores o mês, a sub-área e a estação de amostragem. Quando os resultados foram estatisticamente significativos, o teste *a posteriori* de Tukey foi aplicado para identificar as diferenças. Quando os dados não se enquadraram nos requisitos da ANOVA, foi utilizado a análise não paramétrica de Kruskal-Wallis e o teste *a posteriori* de comparação de médias.

A análise da estrutura da assembléia de larvas foi realizada através da densidade utilizando uma análise de correspondência (*Correspondence analysis* – CA). Nesta análise a matriz de dados foi composta da densidade das espécies consideradas migradoras (n=14) em relação as estações de amostragem. O mesmo conjunto de dados foi submetido ao teste de permutação MRPP (*Multiple Response Permutation Procedure*), visando verificar a consistência, significância e homogeneidade entre os grupos, sendo considerada cada estação um grupo.

Para avaliar a relação da estrutura da assembléia de larvas de espécies migradoras e o conjunto de variáveis ambientais, foi realizada uma Análise de Correspondência Canônica (CCA). Posteriormente foi utilizado a teste de Monte Carlo a partir de 999 permutações para verificar a significância estatística da relação espécie-ambiente. Os fatores bióticos e abióticos que apresentaram coeficientes de estrutura maiores que 0,4 foram consideradas importantes (HAIR et al., 1984).

O nível de significância de 5% foi utilizado para todas as análises estatísticas.

4. RESULTADOS

Foram coletadas 288 amostras no período de quatro meses, das quais 259 foram positivas apresentando ovos ou larvas. No total foram encontrados 14.730 indivíduos, destes sendo 11.519 ovos (78,2%) e 3.211 larvas (21,8%).

4.1 COMPOSIÇÃO TAXONÔMICA

Foram capturadas larvas pertencentes a quatro ordens, 20 famílias, 44 gêneros e 50 espécies (Tabela 2), onde siluriformes representou 49,5% da captura, os Characiformes com 43,5% e os Perciformes com 3,1%. Indivíduos da ordem Gymnotiformes e as larvas não identificadas representaram 3,9% do total capturado.

Dentre a composição da assembléia de larvas, foram encontradas 14 espécies de migradores: *Pseudoplatystoma corruscans*, *Brycon orbignyanus*, *Salminus brasiliensis*, *Sorubim lima*, *Pseudopimelodus mangurus*, *Megaleporinus obtusidens*, *Prochilodus lineatus*, *Luciopimelodus pati*, *Pterodoras granulosus*, *Schizodon altoparanae*, *Rhaphiodon vulpinus*, *Rhinodoras dorbignyi*, *Pimelodus maculatus* e *Pimelodus albicans*.

As estações de amostragem apresentaram diferenças na composição da assembléia de larvas entre as ordens predominantes. Para as estações CP, CT e PT a ordem Siluriformes foi predominante, com respectivamente 58,7%, 71,4% e 84,0%, seguido pela ordem Characiformes com 36,4%, 18,9% e 13,6%. Já IP e PP a ordem Characiformes foi a mais representativa com 82,3% e 62,8%, respectivamente, seguido dos Siluriformes com 16,2% e 27,1%. Diferindo a estação IT das demais sendo predominante a ordem Perciformes, com 43,3%, seguido da ordem Siluriforme com 27,9% e Characiformes com 26,6%, onde a dominância da ordem Perciforme foi devida a alta abundância de *Pachyurus bonariensis* registrada somente nesta estação de amostragem.

Tabela 2 - Composição e densidade média (indivíduos/10m³) de larvas de peixes coletados nas diferentes estações de amostragem no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017. Em negrito espécies consideradas migradores segundo Reynalte-Tataje e Zaniboni-Filho (2008) e Agostinho et al., (2007).

Táxon	Comandai		Ijuí		Piratinim	
	CP	CT	IP	IT	PP	PT
Characiformes		0,01	0,10	0,02	< 0,01	< 0,01
Anostomidae	< 0,01		0,10	< 0,01	0,01	0,01
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	0,02	0,01	0,04		0,02	
<i>Schizodon altoparanae</i>	0,05	< 0,01	0,12	< 0,01	0,15	< 0,01
<i>Schizodon nasutus</i>	< 0,01		0,18	< 0,01	0,04	< 0,01
Bryconidae						
<i>Brycon orbignyanus</i>						< 0,01
<i>Salminus brasiliensis</i>		< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	0,03
Characidae	0,01	0,01	0,01	< 0,01	0,00	
<i>Aphyocharax anisitsi</i>						< 0,01
<i>Astyanax fasciatus</i>	0,03	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
<i>Astyanax jacuhiensis</i>	0,06	0,02	0,07	0,08	0,03	< 0,01
<i>Astyanax</i> sp.	0,03	0,01				0,03
<i>Bryconamericus iheringii</i>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	
<i>Bryconamericus stramineus</i>	0,18	0,12	0,48	< 0,01	0,09	0,03
<i>Bryconamericus</i> sp.	0,01				< 0,01	
<i>Cynopotamus kincaidi</i>				< 0,01		
<i>Charax stenopterus</i>						< 0,01
<i>Cynopotamus</i> sp.			< 0,01			
<i>Galeocharax humeralis</i>	0,01		< 0,01			
<i>Galeocharax</i> sp.					< 0,01	
<i>Odontostilbe</i> sp.	0,01	< 0,01	0,27	0,04	< 0,01	0,01
<i>Oligosarcus</i> sp.			0,01		< 0,01	
<i>Serrapinnus</i> sp.					0,06	
Curimatidae		< 0,01	0,01		< 0,01	< 0,01
<i>Cyphocharax</i> sp.				0,01		< 0,01
Cynodontidae						
<i>Rhaphiodon vulpinus</i>			< 0,01		< 0,01	
Erythrinidae						
<i>Hoplias</i> sp.	< 0,01	< 0,01				
Parodontidae						
<i>Apareiodon affinis</i>		< 0,01	< 0,01	0,01	0,02	
Prochilodontidae						
<i>Prochilodus lineatus</i>	0,02	0,01		< 0,01	0,02	< 0,01
Gymnotiformes						
Sternopygidae						
<i>Eigenmannia trilineata</i>		0,01				
<i>Eigenmannia virescens</i>	0,01		< 0,01		< 0,01	< 0,01
Gymnotidae						

Táxon	Comandai		Ijuí		Piratinim	
	CP	CT	IP	IT	PP	PT
<i>Gymnotus carapo</i>	< 0,01			< 0,01	< 0,01	
Apteronotidae						
<i>Porotergus</i> sp.					< 0,01	< 0,01
Perciformes						
Sciaenidae						
<i>Pachyurus bonariensis</i>				1,11		
Siluriformes			0,08		< 0,01	0,05
Auchenipteridae						
<i>Auchenipterus osteomystax</i>	< 0,01		< 0,01			0,01
<i>Ageneiosus</i> sp.	0,13	0,01	< 0,01		< 0,01	
Callichthyidae						
<i>Corydoras</i> sp.					< 0,01	
Cetopsidae						
<i>Cetopsis gobioides</i>	0,02		< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
Doradidae						
<i>Pterodoras granulosus</i>					< 0,01	
<i>Rhinodoras dorbignyi</i>	0,09				0,04	0,08
Heptapteridae					< 0,01	
<i>Cetopsorhamdia</i> sp.			0,01			
<i>Heptapterus</i> sp.		< 0,01				
<i>Imparfinis</i> sp.		< 0,01				
<i>Pimelodella</i>	< 0,01	0,04			0,04	
<i>Rhamdella</i> sp.	0,02	0,10				
Loricariidae						
<i>Hypostomus</i> sp.	0,01	0,01	< 0,01	0,03	< 0,01	< 0,01
<i>Loricariichthys platymetopon</i>					< 0,01	
Pimelodidae		< 0,01	0,01	0,05		0,02
<i>Iheringichthys labrosus</i>	0,08	0,02	< 0,01	0,02	0,01	0,04
<i>Luciopimelodus pati</i>					< 0,01	< 0,01
<i>Megalonema platanum</i>	0,01					
<i>Pimelodus atrobrunneus</i>					< 0,01	< 0,01
<i>Pimelodus absconditus</i>					< 0,01	0,03
<i>Pimelodus albicans</i>	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	< 0,01	0,05
<i>Pseudoplatystoma corruscans</i>	< 0,01	< 0,01			< 0,01	
<i>Pimelodus maculatus</i>	0,07	< 0,01	0,10	0,05	< 0,01	0,57
<i>Parapimelodus valenciennis</i>	0,10	0,46	0,15	0,03	0,02	0,01
<i>Pimelodus</i> sp.	0,01		0,01		0,02	< 0,01
<i>Sorubim lima</i>	0,02				< 0,01	
Pseudopimelodidae						
<i>Pseudopimelodus mangurus</i>						0,02
Não identificados	0,04	0,09	< 0,01	0,02	0,02	0,05

4.2 VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA ABUNDÂNCIA DE OVOS E LARVAS DE PEIXES MIGRADORES

4.2.1 Abundância de ovos

A ANOVA fatorial indicou que houve diferença espacial e temporal na abundância de ovos de peixes migradores entre as estações de amostragem ($F=4,83$; $p<0,05$; Figura 2).

Diferença espacial foi verificada para estação PT, onde no ambiente de foz de tributário foi observado o maior valor de abundância de ovos de migradores no mês de janeiro, 3,36 ovos/10m³ (Tukey; $p<0,05$).

De forma geral a desova ocorreu com maior intensidade em outubro e janeiro, onde os maiores valores de abundância foram observados na estação PT no mês de janeiro, 3,93 ovos/10m³ (Tukey; $p<0,05$), seguido da estação IT e IP no mês de outubro, com 2,89 ovos/10m³ (Tukey; $p<0,05$) e 1,01 ovos/10m³ (Tukey; $p<0,05$) respectivamente.

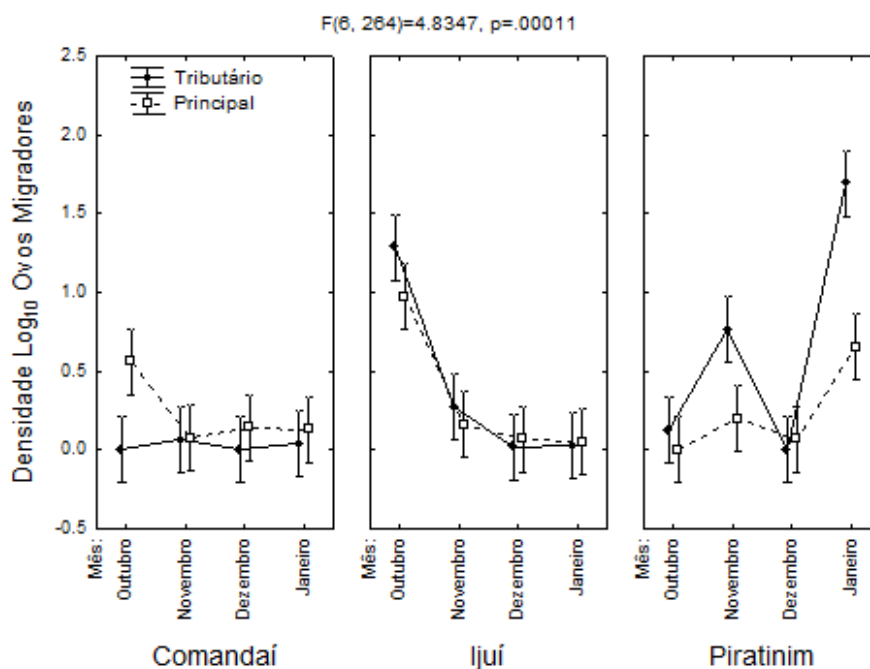


Figura 2 - Valores médios mensais da abundância (erro padrão) de ovos de migradores (Indivíduos/10m³) coletados nas diferentes estações de amostragem no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017.

Do total de ovos capturados em todas as estações de amostragem, a maior porcentagem se encontrava no estágio de segmentação (mais de 70% do total) (Figura 03).

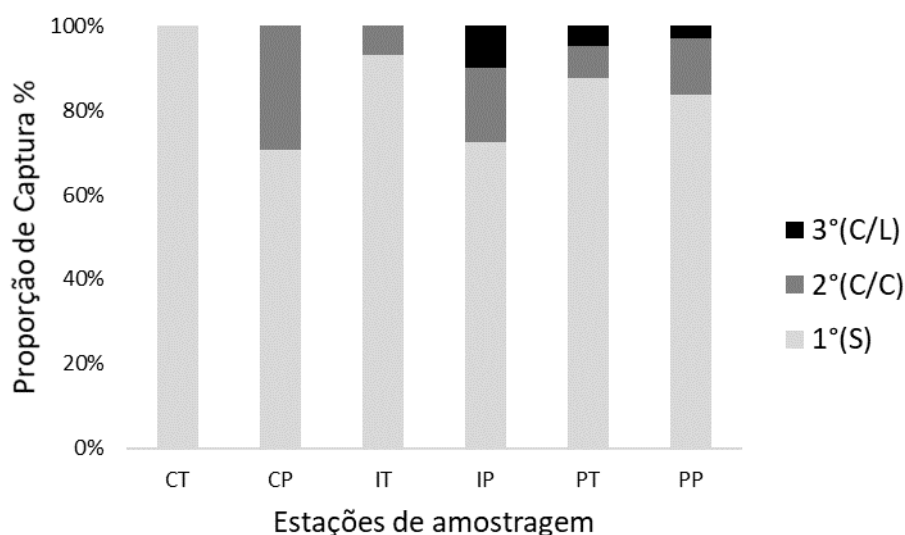


Figura 3 - Proporção de Captura de ovos de peixes migradores em estágio de Segmentação (S), Cauda contida (C/C) e Cauda livre (C/L), coletados nas diferentes estações de amostragem no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017.

4.2.2 Abundância de larvas

Não houve diferença espacial significativa na abundância de larvas entre as estações amostradas ($P > 0,05$; Figura 4A), apesar de ser verificado uma tendência de maior densidade na estação PT. Temporalmente foi verificado que o mês de janeiro apresentou maior presença de larvas do que os meses da primavera ($P < 0,05$; Figura 4B).

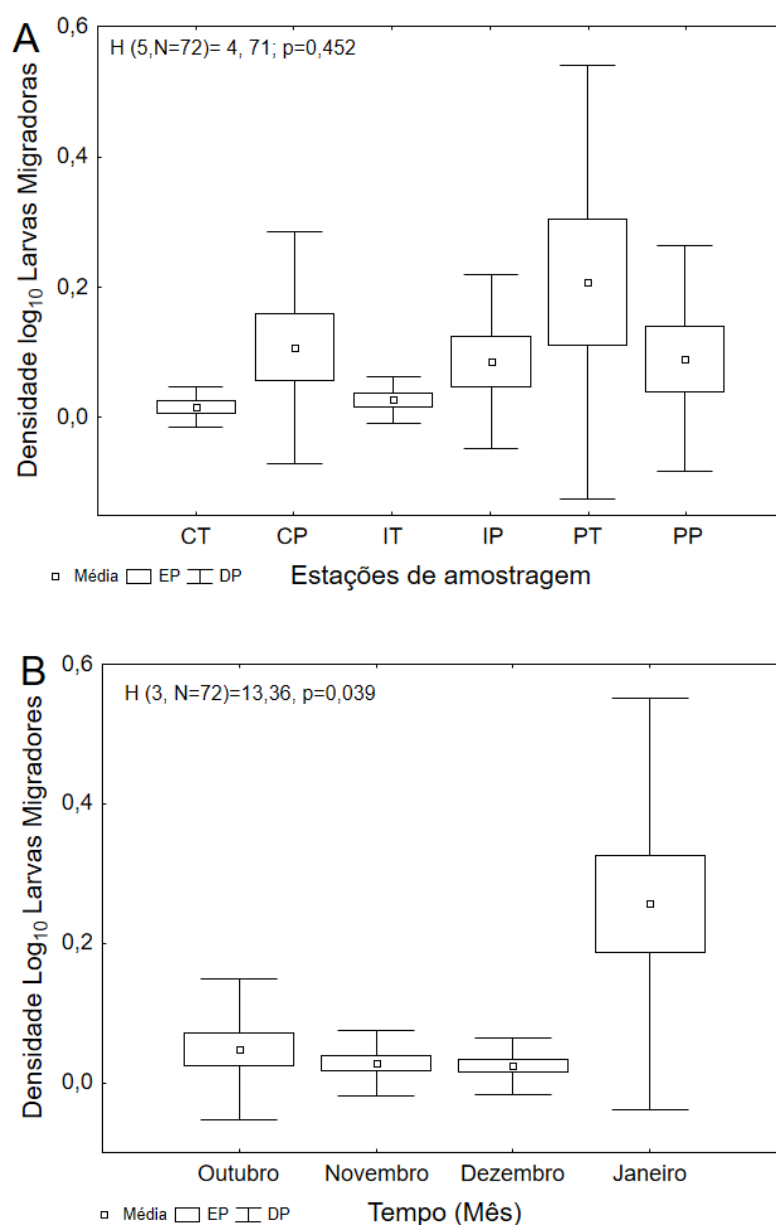


Figura 4 - Valores médios mensais da abundância logaritmizadas (+/- erro padrão (EP) e desvio padrão (DP)) de larvas de espécies migradoras (Indivíduos/10m³) nas diferentes estações de amostragem (A) e meses (B) no Médio rio Uruguai.

Avaliando a proporção de captura dos diferentes estágios larvais presentes nas seis estações de amostragem, houve predomínio de larvas em estágio inicial (larval vitelínico e pré-flexão). Não foi possível observar um padrão gradual dos estágios de desenvolvimento de montante para jusante em relação as sub-áreas e estações de amostragem. Já para a estação PT houve a predominância do estágio larval vitelínico, o qual apresenta-se como forma de deriva, assim como ovos,

mostrando que nesta estação parte da desova ocorreu mais a montante de sua foz (Figura 5).

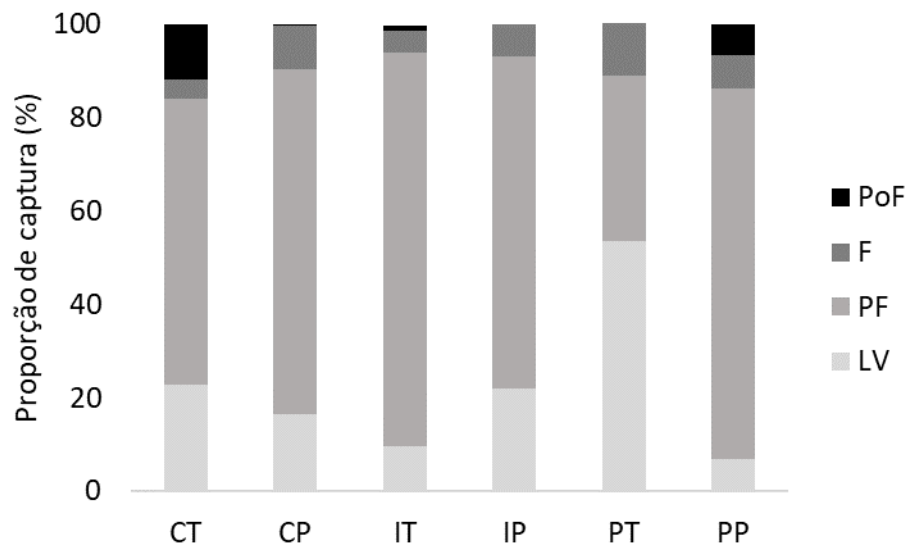


Figura 5 - Proporção de Captura de larvas de peixes migradores em estágio larval vitelínico (LV), pré-flexão (PF), flexão (F) e pós-flexão (PoF), coletados nas diferentes estações de amostragem no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017.

4.3 ESTRUTURA DA ASSEMBLEIA DE LARVAS DE PEIXES MIGRADORES

A análise de correspondência aplicada aos dados de densidade produziu dois eixos que foram retidos para interpretação. O eixo 1 (CA1), que representou 24,8%, e o eixo 2 (CA2), que representou 14,9% do total de variação espacial das larvas para as diferentes estações amostradas (Figura 6.A-B).

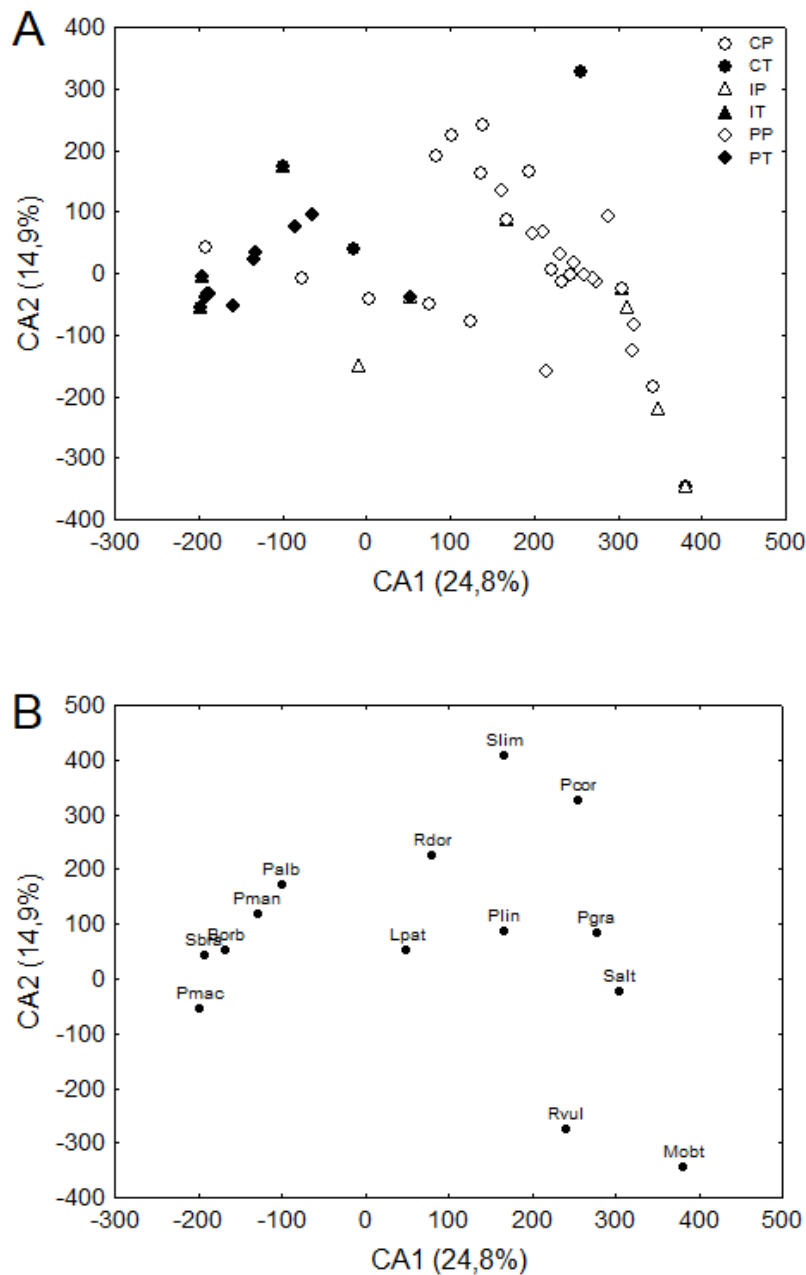


Figura 6 - Análise de correspondência (CA) mostrando a segregação espacial da matriz de dados de densidade para as diferentes estações de amostragem (A) e espécies reofílicas (B) coletados no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017.

Em relação a CA1, foi possível observar uma segregação das estações localizadas na foz dos tributários das estações localizadas no rio principal. A foz dos tributários, caracterizaram-se pela presença de *P. albicans*, *P. mangurus*, *B. orbignyianus*, *S. brasiliensis* e *P. maculatus*. Já as estações localizadas no rio principal se caracterizaram pela presença e abundância das larvas de *M. obtusidens*,

R. vulpinus, *S. altoparanae*, *P. lineatus*, *L. pati*, *P. granulatus*, *R. dorbignyi*, *P. corruscans* e *S. lima*.

A matriz de dados da análise de ordenação foi também submetida a análise de permutação MRPP visando avaliar a consistências das segregações dos grupos. Foi encontrado significância entre os grupos formados pelas estações de amostragem mostrando uma consistente separação ($T=-10,13$; $p<0,05$) com uma segregação entre as estações (Tabela 2). Quando estas foram pareadas verifica-se que os ambientes (calha de rio principal e foz de tributário) não formam grupos distintos nas subáreas Comandai e Ijuí, exceção da subárea Piratinim, onde a estação PP foi significativamente diferente de PT ($T=-11,49$; $A=0,15$; $p<0,05$), sendo estas duas estações distintas das demais, exceto PP de IP (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultado da MRPP nas comparações pareadas das estações de amostragem aplicada a matriz de dados de densidade de espécies reofílicas coletadas no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017. Valores em negrito foram estatisticamente significativos ($P < 0,05$).

Ambiente			T	A
CP	x	CT	-1,93	0,04
CP	x	IT	-1,44	0,03
CP	x	IP	-1,79	0,02
CP	x	PT	-7,14	0,10
CP	x	PP	-2,82	0,04
CT	x	IT	-0,72	0,03
CT	x	IP	-1,61	0,03
CT	x	PT	-4,31	0,09
CT	x	PP	-1,21	0,03
IT	x	IP	-0,38	0,01
IT	x	PT	-2,23	0,05
IT	x	PP	-2,66	0,05
IP	x	PT	-5,41	0,07
IP	x	PP	-0,72	0,01
PT	x	PP	-11,49	0,15

4.4 RELAÇÃO DA ABUNDÂNCIA DOS ORGANISMOS DE ICTIOPLÂNCTON COM AS VARIÁVEIS AMBIENTAIS

A CCA explicou 34% da variação dos dados e mostrou relação significativa entre as variáveis abióticas e bióticas ($P < 0,05$; Tabela 4). O primeiro eixo da CCA foi o único que mostrou significância ($P < 0,05$) e revelou um conspícuo gradiente das diferentes estações de amostragem, com os ambientes no rio principal localizados no lado direito da área de plotagem e os tributários no lado esquerdo (Figura 7A). Os resultados da CCA mostraram que a temperatura e a largura do rio são os fatores mais importantes para a distribuição das larvas das espécies migradoras (Tabela 3 e Figura 7). As espécies *M. obtusidens* ($r = 0,60$; $p < 0,05$), *S. altoparanae* ($r = 0,55$; $p < 0,05$) e *P. lineatus* ($r = 0,50$; $p < 0,05$) estiveram correlacionados positivamente com a CCA1, o que demonstra sua maior abundância nas diferentes estações do rio principal. Já as espécies *P. maculatus* ($r = -0,41$; $p < 0,05$) e *S. brasiliensis* ($r = -0,40$; $p < 0,05$) estiveram relacionados principalmente com as estações localizadas nos rios tributários (Figura 7B).

Tabela 4 - Resultado da análise de correspondência canônica (CCA) associando as espécies migradoras e as variáveis ambientais medidas nas diferentes estações de coleta do Médio rio Uruguai, entre outubro de 2016 a janeiro de 2017. Teste de Monte Carlo para a significância do primeiro eixo da ordenação $P < 0,05$ ($n = 999$ permutações). Valores em negrito foram estatisticamente significativos ($P < 0,05$).

Total da inercia	2,51		
Características do ambiente	CCA1	CCA2	r^2
Cota	-0,37	-0,20	0,12
Condutividade elétrica	0,16	0,31	0,02
Temperatura da água	0,75	0,05	0,54
Transparência da água	0,14	0,28	0,08
Oxigênio dissolvido	-0,15	0,05	0,13
pH	-0,06	0,14	0,03
Velocidade da água	0,28	-0,29	0,09
Altitude	0,11	-0,26	0,01
Largura do rio	0,74	0,19	0,23
% de explicação	24,3	9,7	
Correlação de Pearson Espécie-Ambiente	0,93	0,52	

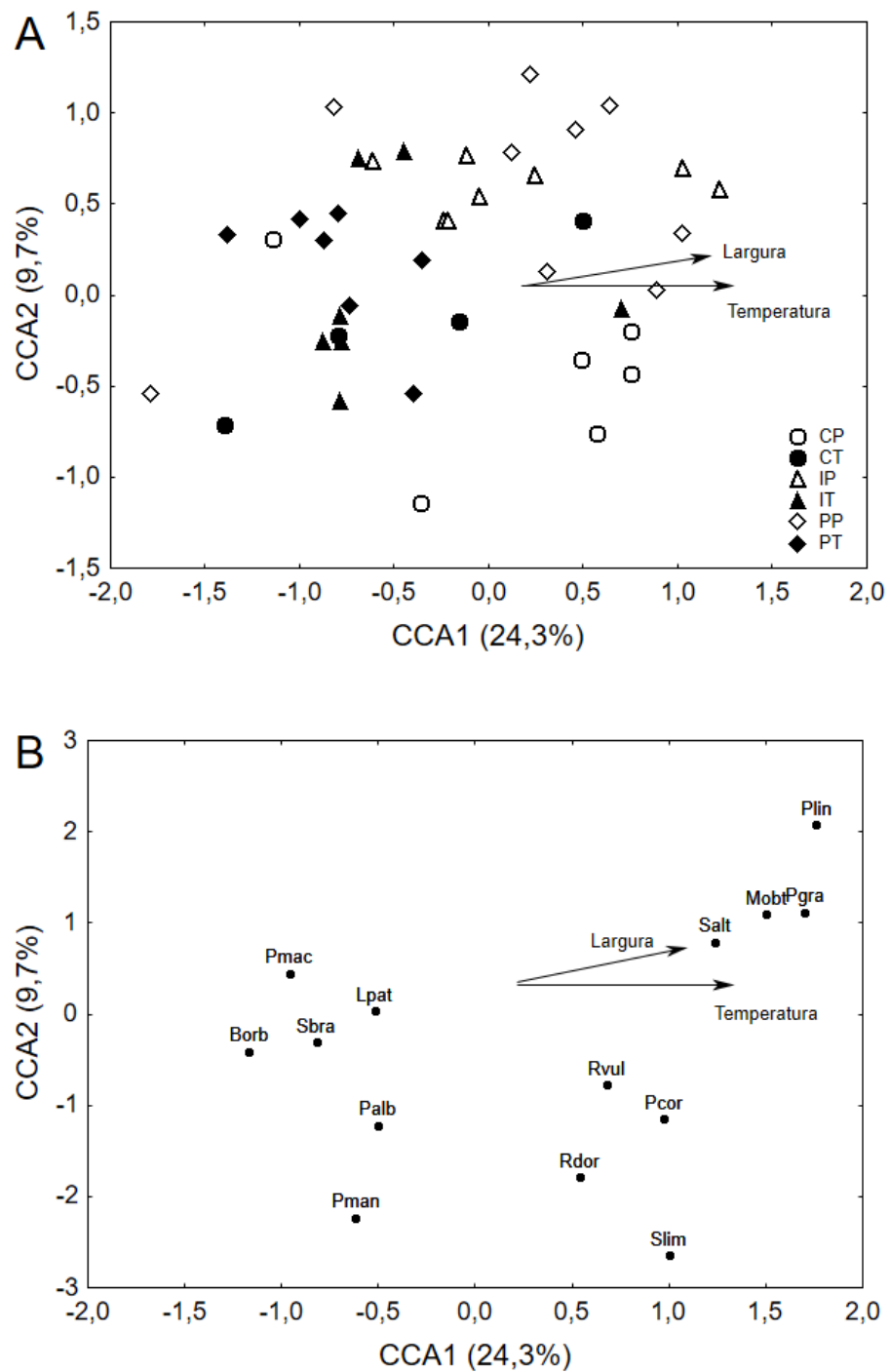


Figura 7 - Análise de correspondência canônica relacionada à categorização da abundância de espécies migradoras nas coletas realizadas nas diferentes estações de amostragem no Médio rio Uruguai (Brasil), no período entre outubro de 2016 a janeiro de 2017.

5. DISCUSSÃO

O presente estudo mostra de forma evidente que a reprodução dos peixes, inclusive das espécies migradoras, acontece não em apenas um único local do rio, mas sim ao longo de toda a área estudada. Este resultado vai ao encontro de outros estudos realizados na Bacia do Prata (SANCHES et al., 2006; REYNALTE-TATAJE et al., 2012a; REYNALTE-TATAJE et al., 2013; BARZOTTO et al., 2015), demonstrando que no Médio rio Uruguai as espécies migradoras estão encontrando estímulos para realizar suas desovas em distintos pontos desta sub-bacia. Essa hipótese é reforçada pelo fato de ser encontrado diferentes estágios de ovos e larvas numa mesma estação de amostragem. Nesse sentido, a presença das formas iniciais dos peixes na calha do rio principal e na foz dos tributários mostram que estes ambientes são relevantes para a reprodução, corroborando outros estudos realizados no rio Uruguai (HERMES-SILVA et al., 2009; REYNALTE-TATAJE et al., 2012a, 2012b; ÁVILA-SIMAS et al., 2014; ZIOBER et al., 2015).

A presença de formas jovens em distintos estágios de desenvolvimento, numa mesma estação de amostragem, mostra que as desovas podem estar acontecendo em muitos pontos e que o desenvolvimento das larvas possa estar acontecendo em pequenos trechos do rio. Alguns estudos salientam que a diversidade de microhabitat presentes dentro do mosaico do rio tais como: poços, remansos, corredeiras e embocaduras de tributários possibilitam condições diversas que são aproveitadas pelas formas jovens (REYNALTE-TATAJE et al., 2008; SILVA et al., 2012; ÁVILA-SIMAS et al., 2014). Apesar disso a menor abundância de larvas nos estágios mais avançados parece mostrar também que a capacidade de suporte para produzir jovens na calha do rio Uruguai, tanto no canal principal quanto no tributário, é muito menor do que num ambiente de planície (AGOSTINHO; ZALEWSKI, 1996). Contudo, o Médio Uruguai parece oferecer condições melhores para a deriva e criação das larvas do que o Alto Uruguai, visto que neste estudo a porcentagem de larvas do total do ictioplâncton é de 30% superior ao 5% que é verificado em média no Alto Uruguai (REYNALTE-TATAJE et al., 2008; SILVA et al., 2012).

Apesar da baixa proporção de captura de larvas, principalmente de estágios avançados, tem que ser salientado a importância da calha do rio como local de crescimento e não apenas como um ambiente de trânsito onde as formas jovens apenas ficam derivando, na procura por áreas alagadas. Estudos realizados em

outras bacias do mundo têm ressaltado também a importância da calha do rio principalmente em ecossistemas onde não existem áreas de planície (HUMPHRIES et al., 1999; HUMPHRIES et al., 2002). Inclusive no Uruguai a relevância deste ambiente é grande, visto que dos 1.816 km de rio apenas 470 km são de área de planície (MAGRI et al., 2008). Entretanto, a presença da planície de inundação é de fundamental relevância, pois em cheias prologadas estas proporcionam um maior recrutamento, particularmente em espécies com estratégias migratórias (LUZ-AGOSTINHO et al., 2009). Além disso, a dinâmica de inundação é essencial no processo de produção do plâncton e no ciclo de vida dos invertebrados (AOYAGUI; BONECKER, 2004; BONECKER et al., 2005), que fornecem alimento para os estágios iniciais de muitas espécies de peixes.

É importante também destacar, o predomínio de ovos de espécies migradoras em estágio de segmentação, o que indica desovas muito próximas à área de estudo (5 e 10 km a montante) subsidiando ainda mais a hipótese da reprodução em muitos pontos da região e valoriza a confluência com tributários, visto que os ovos foram coletados tanto no rio principal quanto no afluente. Nesse sentido, estudo realizado na região inicial do Médio rio Uruguai, a aproximadamente 210 km a montante da sub-área Comandai, indica a presença de larvas de espécies migradoras no estágio LV, evidenciando que a desova destas espécies também acontece nessa região (ZIOBER et al., 2015).

Na maior parte das bacias hidrográficas brasileiras as cheias condicionam a reprodução de peixes, visto que elas aumentam a vazão dos rios, um reconhecido gatilho para o estímulo da atividade reprodutiva (KING et al., 2016). Hermes-Silva et al. (2009) evidenciaram que as espécies migradoras iniciavam a maturação gonadal com o aumento da temperatura da água, porém, somente começam a migração reprodutiva com o início das chuvas. A importância das cheias para o alto rio Uruguai é verificada por vários estudos (REYNALTE-TATAJE et al., 2008a; SILVA et al., 2012; ZANIBONI-FILHO et al., 2017) que indicam que a desova das espécies migradoras nesta sub-bacia acontece esporadicamente e apenas nas grandes cheias relacionadas ao efeito do Fenômeno “El Niño”.

O estudo no Médio Uruguai, foi realizado num período reprodutivo caracterizado pela ausência de cheias significativas, apesar dessa condição desfavorável, foi verificado a reprodução de 14 espécies migradoras, das 15 registradas para a região (AGOSTINHO et al., 2007). A situação mais preservada

desta sub-bacia, comparada com o Alto Uruguai, altamente impactado, permite que mesmo em anos desfavoráveis estas espécies consigam se reproduzir. Entretanto, a importância da vazão na reprodução destes peixes foi verificada no rio Piratinim, no mês de janeiro, quando foi observado um aumento do volume da água que coincidiu com uma grande abundância de ovos e larvas de peixes migradores. Essa pequena cheia não foi verificada nos tributários Comandai e Ijuí, que apresentaram baixas abundâncias de ovos e larvas nesse mês. Outros estudos deverão ser realizados na região para ver a influência de diferentes condições climáticas na reprodução das espécies migradoras e ver a importância da vazão da água para cada uma das espécies.

Na foz do rio Comandai foram registradas as menores densidade de ovos de migradores. Esta bacia é a menor entre os três ambientes de tributários amostrados, e esta característica pode ter limitado a atividade reprodutiva das espécies migradoras. Foi esta, a única sub-área que apresentou um menor número de organismos do ictioplâncton no tributário do que no canal principal. Estudos realizados na foz de tributários na região do Alto Rio Uruguai, mostraram que a alta diversidade observada em alguns desses ambientes não é uma característica que pode ser generalizada para todos, estando provavelmente relacionada a morfometria e largura da foz, onde tributários de pequeno porte, ou que se apresentam rasos na região de foz, podem não ser tão importantes quando comparados a tributários de maior porte, os quais apresentam maior densidade e diversidade de espécies, além disso, pequenos tributários devido a seu menor tamanho podem sofrer maiores variações da quantidade e qualidade da água (REYNALTE-TATAJE et al, 2008).

Hermes-silva et al., (2009), estudando trecho a jusante da barragem de Itá, concluíram que muitos peixes utilizaram a calha do rio principal para realizar suas desovas, já que a vazão de um tributário de pequeno porte próximo ao barramento pode não ter sido suficiente para atrair os peixes a sua bacia de drenagem.

Por outro lado, é interessante observar, que a foz do rio Ijuí apesar de ser o rio de maior porte no estudo, foi o que apresentou o menor número de espécies migradoras (cinco), quando comparado ao Comandaí, que apresentou sete espécies e o Piratinim que apresentou nove espécies. A presença de dois grandes barramentos na calha deste rio pode estar influenciando negativamente na reprodução de algumas espécies migradoras. A alteração da qualidade da água e a hidrodinâmica por parte dos barramentos e seus efeitos negativos para a reprodução

das espécies reofílicas tem sido bastante discutido na literatura (AGOSTINHO et al., 1993; HUMPHRIES; LAKE, 2000; HERMES-SILVA, 2003; SATO et al., 2003). A formação do reservatório cria ambientes lênticos a montante da barragem e favorece a decantação dos sólidos suspensos, reduzindo assim a liberação de nutrientes para o trecho de jusante. Outro fator são os menores valores de temperatura da água vertida pelo reservatório o que pode inibir a maturação final, a desova e o desenvolvimento das formas jovens para algumas espécies de peixes, além de afetar a produção e composição de alimento, podendo até mesmo inviabilizar a disponibilidade de alimento para as larvas (ROLLS et al., 2013). Também a foz do rio Ijuí foi a única estação onde foram coletadas larvas de *Pachyurus bonariensis* em elevada densidade. Benedito-Cecílio e Agostinho (1997), mencionam que essa é uma espécie de peixe de pequeno porte bastante presente em ambientes impactados, como os represamentos.

A foz do rio Piratinim foi a que apresentou o maior número de espécies de peixes migradores. Neste rio foi encontrada uma elevada densidade de larvas no estágio larval vitelino, informação que somada a alta densidade de ovos de migradores encontrados neste mesmo trecho corrobora que esse ambiente é importante para a reprodução.

A maior diversidade de espécies migradoras nas duas estações de amostragem das subáreas do Rio Piratinim pode estar relacionada a maior preservação do tributário e a maior disponibilidade de microhabitats presentes no local, pois esse trecho apresenta uma paisagem com ampla variação de baixios, corredeiras, volume de ilhas, poços e a foz de tributário com o menor impacto antrópico.

Quando comparados os ambientes de foz de tributário e calha do rio principal, a CA e a CCA mostraram no seu primeiro eixo um gradiente espacial entre os ambientes, onde os tributários caracterizaram-se principalmente pela presença de *S. brasiliensis* e *P. maculatus*, e o rio principal pela presença de *M. obtusidens*, *P. lineatus* e *S. altoparanae*. Segundo a MRPP essa segregação ficou mais evidente entre as estações PT e PP na sub-área Piratinim. Acreditamos que essa diferença na distribuição esteja relacionada com a alimentação das larvas. O primeiro grupo está composto por larvas conhecidamente carnívoras de insetos e larvas de peixes, alimento mais presente na calha dos rios. Já o segundo grupo é composto por larvas que se alimentam principalmente de plâncton o que é encontrado mais nas áreas de

planície do que na calha do rio. A maior presença destas larvas no rio principal pode estar relacionada a necessidade destes organismos de chegar as áreas de planície localizadas a menos de 100 km da estação mais a jusante, o Piratinim. Existem distintos trabalhos que indicam que a reprodução dos adultos acontece em ambiente que garantam a maior probabilidade de sucesso da prole (WERNER, 2002; SCHIEMER et al., 2004; BIALETZKI et al., 2005). Desta forma para as proles de Anostomidae e Prochilodontidae talvez seja mais vantajoso se reproduzir na calha do rio principal para alcançar mais rapidamente ambientes como as planícies de inundação que tem maior produtividade e onde a presença do plâncton é mais abundante (LOWE MCCONNELL, 1987; JUNK et al., 1989, AGOSTINHO; ZALEWSKI, 1996).

Nesse sentido, a importância da largura do rio e da temperatura da água na estruturação das larvas das espécies migradoras ressaltada pela CCA parece também estar relacionada a segregação das larvas das espécies que são mais encontradas no rio principal e aquelas que são mais encontradas nos tributários, visto que o rio principal se caracteriza por apresentar uma maior largura e temperatura da água do que os três tributários.

Devido ao potencial para geração de energia, a bacia do rio Uruguai é cercada por uma série de projetos hidrelétricos (ELETROBRAS, 2010), alguns dos quais estão projetados sobre as áreas de amostragem deste estudo, como o complexo das hidrelétricas binacionais Garabí-Panamby.

É sabido que os trechos que apresentam seus cursos fragmentados e represados perdem no geral suas espécies migradoras. Assim, a partir de uma perspectiva de conservação deste trecho lótico do médio rio Uruguai, visando assegurar a manutenção de estoques de peixes migratórios na região, é de fundamental importância a manutenção da integridade deste segmento. A fragmentação desta sub-bacia pode acabar com um dos poucos trechos da bacia do Prata onde se verifica a reprodução de um número significativo de espécies de peixes migradoras (Figura 8).

Finalmente rejeita-se a hipótese inicial, visto que o panorama que se apresenta é que no trecho estudado não existe apenas um local de reprodução, nem tampouco é observado um gradiente dos estágios de desenvolvimento larval ao longo do rio. O que é verificado é que todo este trecho é importante para a reprodução e que algumas espécies migradoras selecionam os tributários para

desovar e outras o rio principal. Das três sub-áreas estudadas o Piratinim é a que apresenta uma maior relevância para a reprodução, esta importância parece estar mais relacionada a seu tamanho e ao estado de preservação deste rio do que a sua posição geográfica nesta sub-bacia.

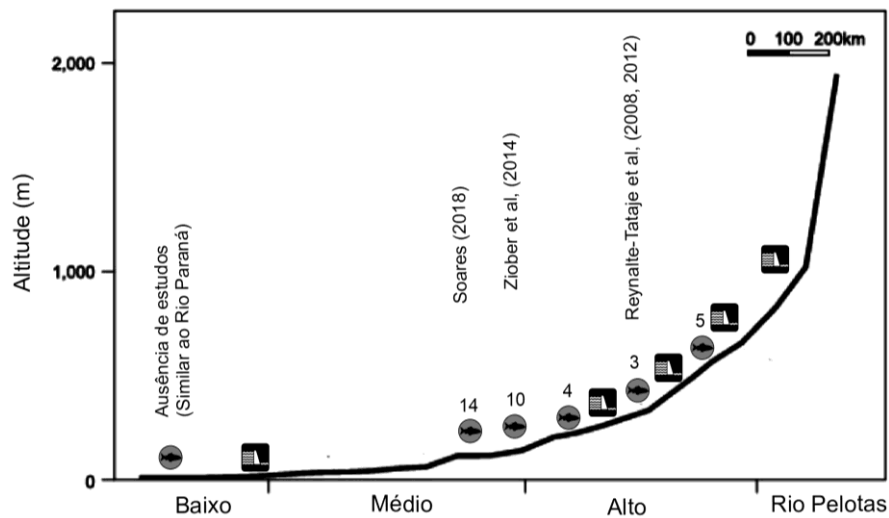


Figura 8 – Seção longitudinal de Rio Uruguai e distinção dos trechos alto, médio e baixo, informando a riqueza de peixes migradores registrados em estudos de ictioplâncton e a localização de barramentos.

6. CONCLUSÃO

Com este estudo foi possível concluir que:

- (a) O registro de ovos e larvas de peixes migradores em todas as estações de amostragem, demonstra que estas espécies estão encontrando estímulos para realizar suas desovas em distintos pontos deste ecossistema, hipótese que é reforçada pelo fato de poder ser encontrado diferentes estágios de larvas numa mesma estação de amostragem.
- (b) A presença das formas iniciais dos peixes migradores na calha do rio principal e na foz dos tributários mostram que estes ambientes são relevantes para a reprodução.
- (c) Na estação da foz do rio Piratinim foi encontrada uma elevada densidade de larvas no estágio larval vitelino, informação que somada a alta densidade de ovos de migradores encontrados neste mesmo local corrobora que esse é importante para a reprodução, sendo um tributário de grande porte e menos impactado que os demais.
- (d) As espécies de *Pimelodus maculatus* e *Salminus brasiliensis* estiveram relacionados principalmente com as estações localizadas nos rios tributários, *Megaleporinus obtusidens*, *Schizodon altoparanae* e *Prochilodus lineatus* tiveram sua maior abundância nas diferentes estações do rio principal.
- (e) Os parâmetros abióticos, tais como temperatura da água e largura do rio, exerceram um importante papel na distribuição e abundância dos ovos e larvas de espécies migradoras nos distintos ambientes estudados.

Os resultados apresentados neste trabalho disponibilizam embasamento científico quanto ao processo de reprodução de peixes migradores para região e devem ser considerados no planejamento de futuras instalações de empreendimentos hidrelétricos no Médio Uruguai, visando a preservação e manejo dos locais importantes para desova e criação destas espécies.

REFERÊNCIAS

AARESTRUP, K.; OKLAND, F.; HANSEN, M.M.; RIGHTON, D.; GARGAN, P.; CASTONGUAY, M.; BERNATCHEZ, L.; HOWEY, P.; SPARHOLT, H.; PEDERSEN, M.I.; MCKINLEY, R.S. Oceanic spawning migration of the European eel (*Anguilla anguilla*). **Science**, 325: 1660, 2009.

AGOSTINHO, A. A. et al. Avaliação da atividade reprodutiva da comunidade de peixes dos primeiros quilômetros a jusante do Reservatório de Itaipu. **Revista UNIMAR**, 15:175-189, 1993.

AGOSTINHO, A. A.; ZALEWSKI M. **A planície alagável do alto rio Paraná: importância e conservação**. Maringá, EDUEM, 1996. 100p.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, LUIZ C. Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo. In: **Reservatório de Segredo: bases ecológicas para o manejo**. Eduem, 1997.

AGOSTINHO, A. A.; JÚLIO JR. H. F.; GOMES L. C.; BINI L. M.; AGOSTINHO C. S. Composição, abundância e distribuição espaço-temporal da ictiofauna. In: VAZZOLER, A. E. A. M.; AGOSTINHO A. A.; HAHN N. S.(Eds.). **A planície de inundação do alto rio Paraná**. aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Maringá, EDUEM, p. 179-208, 1997.

AGOSTINHO A.A., GOMES L.C., SUZUKI H.I., JÚLIO-JÚNIOR H.F. Migratory fishes of the upper Paraná river basin. In: (Eds.) CAROLSFELD, J.; HARVEY, B.; ROSS. C.; BAER, A. **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Victoria, Canada: International Development Research Centre/World Bank/World Fisheries Trust; p. 19-98. 2003.

AGOSTINHO A. A.; GOMES L. C.; VERÍSSIMO, S.; OKADA. E. K. Flood regime, dam regulation and fish in the Upper Paraná River: effects on assemblage attributes, reproduction and recruitment. **Reviews in Fish Biology and Fisheries**, v. 14, n.1, p.11-19, 2004.

AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Eduem, Maringá, p. 499, 2007.

AGOSTINHO, A. A.; PELICICE, F. M.; GOMES, L. C. Dams and the fish fauna of the Neotropical region: impacts and management related to diversity and fisheries. **Brazilian Journal of Biology**, 68(4), 1119-1132, 2008.

AOYAGUI, A.S.M.; BONECKER, C.C. Rotifers in different environments of the Upper Paraná River floodplain (Brazil): richness, abundance and the relationship with connectivity. **Hydrobiologia**, vol. 522, no. 1-3, p. 281-290, 2004.

ARAÚJO-LIMA, C. A. R. M. **Distribuição espacial e temporal de larvas de Characiformes em um setor do rio Solimões/Amazonas, próximo a Manaus**. 86p. Unpublished Ph.D. Dissertation, INPA/FUA, Manaus, 1984.

ÁVILA-SIMAS, S. D.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Pools and rapids as spawning and nursery areas for fish in a river stretch without floodplains. **Neotropical Ichthyology**, 12(3), p. 611-622, 2014.

BARTHEM, R.; GOULDING, M. **Os bagres balizadores: ecologia, migração e conservação de peixes amazônicos**. Tefé, AM: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília, DF: CNPq, 130 p., 1997.

BARTHEM, R.B.; GOULDING, M.; LEITE, R.G.; CAÑAS, C.; FORSBERG, B.; VENTICINQUE, E.; PETRY, P.; RIBEIRO, M.L.B.; CHUCTAYA, J.; MERCADO, A. Goliath catfish spawning in the far western Amazon confirmed by the distribution of mature adults, drifting larvae and migrating juveniles. **Nature**, v. 7: 41784. 2017.

BARZOTTO, E., SANCHES, P. V., BIALETZKI, A., ORVATI, L., GOMES, L. C. Larvae of migratory fish (Teleostei: Ostariophysi) in the lotic remnant of the Paraná River in Brazil. **Zoologia** (Curitiba), 32(4), p.270-280, 2015.

BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; CAVICCHIOLI, M.; BAUMGARTNER, M. S. T.. Some aspects of the ecology of fish larva in the floodplain of high Paraná River, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 14:p.551-563, 1997.

BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; GOMES, L. C.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 71, n.2, pp. 115-125, 2004.

BAUMGARTNER, G.; NAKATANI, K.; GOMES, L. C.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C. Fish larvae from the upper Paraná River: do abiotic factors affect larval density?. **Neotropical Ichthyology**, 6(4), p.551-558, 2008.

BENEDITO-CECÍLIO, E.; AGOSTINHO, A.A. Estrutura das populações de peixes do reservatório do Segredo. AGOSTINHO A.A.; Gomes L.C.(eds.). In **Reservatório do Segredo: bases ecológicas para o manejo** (EDUEM, Maringá, p.113-119, 1997.

BEUX, L.F.; ZANIBONI-FILHO, E. Produção Pesqueira. In: (Orgs.) NUÑER, A.P.O.; ZANIBONI-FILHO, E. **Reservatório de Machadinho. Peixes, pesca e tecnologias de cultivo**. Florianópolis: EdUFSC. p. 45-62. 2012.

BIALETZKI, A., NAKATANI, K., SANCHES, P. V.; BAUMGARTNER, G. Spatial and temporal distribution of larva and juveniles of *Hoplias* aff. *malabaricus* (Characiformes, Erythrinidae) in the upper Paraná River floodplain, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, 62:p.211-222, 2002.

BIALETZKI, A. et al. Larval fish assemblage in the Baía river (Mato Grosso do Sul State, Brazil): temporal and spatial patterns. **Environmental Biology of Fishes**, 73:p.37-47, 2005.

BONETTO, A. A.; CASTELLO, H. P. **Pesca y psicultura en aguas continentales de América Latina**. OEA. Secretaría General, 1985.

BONETTO, A.A.; PIGNALBERI, C.; CORDIVIOLA, E. Contribución al conocimiento de las poblaciones de peces de las lagunas isleñas en el Paraná medio. **Anais In Congresso Latino Americano de Zoologia**, São Paulo, 2:p.131-144, 1965.

BONECKER, C.C.; COSTA, C.L.; VELHO, L.F.M.; TÔHA, F.A.L. Diversity and abundance of the planktonic rotifers in different environments of the Upper Paraná River floodplain (Paraná State -Mato Grosso do Sul State, Brazil). **Hydrobiologia**, vol. 546, no. 1, p. 405-414. 2005.

BRONMARK, C.; SKOV, C.; BRODERSEN, J.; NILSSON, P.A.; HANSSON, L.-A. **Seasonal migration determined by a trade-off between predator avoidance and growth**. PLoS One, 3, 2008.

BRÖNMARK, C.; HULTHÉN, K.; NILSSON, P. A.; SKOV, C.; HANSSON, L.-A.; BRODERSEN, J.; CHAPMAN, B. B. There and back again: migration in freshwater fishes. **Canadian Journal of Zoology**, 92(6), p.467-479, 2013.

CAMPBELL GRANT, E. H.; LOWE, W. H.; FAGAN, WILLIAM F. Living in the branches: population dynamics and ecological processes in dendritic networks. **Ecology letters**, v. 10, n. 2, p. 165-175, 2007.

CASSINI, C. A. **Estrutura da população e distribuição espacial do pintado amarelo, *Pimelodus maculatus*, do jundiá, *Rhamdia quelen* e da voga *Schizodon aff. nasutus*, no alto rio Uruguai, Brasil**. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, p.75, 1998.

CORRÊA, R. N.; HERMES-SILVA, S.; REYNALTE-TATAJE, D.; ZANIBONI-FILHO, E. Distribution and abundance of fish eggs and larvae in three tributaries of the Upper Uruguay River (Brazil). **Environmental Biology of Fishes**, 91(1), p.51-61, 2011.

DUDGEON, D.; ARTHINGTON, A. H.; GESSNER, M. O.; KAWABATA, Z. I.; KNOWLER, D. J.; LÉVÊQUE, C.; SULLIVAN, C. A. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. **Biological reviews**, 81(2), 163-182, 2006.

ELETROBRAS. **Estudo de Inventário do Rio Uruguai no Trecho, Compartilhado entre Argentina e Brasil**. p.30, 2010.

FONTELES FILHO, A.A. **Recursos Pesqueiros: biologia e dinâmica populacional**. Fortaleza: Imprensa Oficial do Ceará, p.296p, 1989.

GLOWKA, L. Complementarities between the convention on migratory species and the convention on biological diversity. **Journal of International Wildlife Law and Policy**, v. 3, n. 3, p. 205-252, 2000.

GODINHO, H.P.; GODINHO, A.L. **Águas, Peixes e Pescadores do São Francisco das Minas Gerais**. Belo Horizonte: Editora PUCMinas. 2003.

GODINHO, H.P.; LAMAS, I.R.; GODINHO, A.L. Reproductive ecology of Brazilian freshwater fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 87, p. 143-162. 2010.

GODOY, M. P. **Peixes do Brasil, subordem Characoidei, bacia do Rio Mogi Guassu**-v. 1-4. 1975.

GOGOLA, T. M.; DAGA, V. S.; DA SILVA, P. R.; SANCHES, P. V.; GUBIANI, É. A.; BAUMGARTNER, G.; DELARIVA, R. L. Spatial and temporal distribution patterns of ichthyoplankton in a region affected by water regulation by dams. **Neotropical Ichthyology**, 8(2), P.341-349, 2010.

GOMES, L.C.; AGOSTINHO, A.A. Influence of the flooding regime on the nutritional state and juvenile recruitment of the curimba, *Prochilodus scrofa*, Steindachner, in the upper Paraná river. **Fisheries Management and Ecology**, v. 4: p. 263-247. 1997.

HAIR, J.F.; ANDERSON, R.E.; TATHAM, L.; GRABLOWSKI, B.J. **Multivariate data analysis**. McMillan, New York, 1984.

HEMPEL, G. **On the use of ichthyoplankton surveys**. FAO Fisheries Technical Paper, Rome, v.122, p. 1-2, 1973.

HENDRY, A. P.; MORBEY, Y. E.; BERG, O. K.; WENBURG, J. K. Adaptive variation in senescence: reproductive lifespan in a wild salmon population. **Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences**, 271(1536), p.259-266, 2004.

HERMES-SILVA, S. **Distribuição Espacial e Temporal do Ictioplâncton no Alto Rio Uruguai**. Magister Thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

HERMES-SILVA, S.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Spatial and temporal distribution of ichthyoplankton in the Upper Uruguay River, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 52, n. 4, p. 933-944, 2009.

HUMPHRIES, P.; KING, A. J.; KOEHN, J. D. Fish, flows and flood plains: links between freshwater fishes and their environment in the Murray-Darling River system, Australia. **Environmental biology of fishes**, 56(1-2), p.129-151, 1999.

HUMPHRIES, P.; LAKE, P. S. Fish larvae and the management of regulated rivers. **Regulated Rivers: Research and Management**, 16, p.421-432, 2000.

HUMPHRIES, P.; SERAFINI, L. G.; King, A. J. River regulation and fish larvae: variation through space and time. **Freshwater Biology**, 47(7), p.1307-1331, 2002.

HUMPHRIES, P.; KECKEIS, H.; FINLAYSON, B. The river wave concept: integrating river ecosystem models. **BioScience**, v. 64, n. 10, p. 870-882, 2014.

JUNK, W. J., BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. **Canadian Special Publication of Fisheries Aquatic Sciences**, 106, p.110-127, 1989.

KAWAKAMI-RESENDE, E. (2003). Migratory fishes of the Paraguay-Paraná Basin, excluding the Upper Paraná Basin. In: (Eds.) CAROLSFELD, J., HARVEY, B., ROSS, C., BAER, A. **Migratory fishes of South America: biology, fisheries and conservation status**. Victoria, Canada: International Development Research Centre/World Bank/World Fisheries Trust; 99-156 p. 2003.

KING, A. J.; GWINN, D. C.; TONKIN, Z.; MAHONEY, J.; RAYMOND, S.; BEESLEY, L. Using abiotic drivers of fish spawning to inform environmental flow management. **Journal of Applied Ecology**, 53(1), p.34-43, 2016.

LIMA, A.C.; ARAÚJO-LIMA, C.A.R.M. The distributions of larval and juvenile fishes in Amazonian rivers of different nutrient status. **Freshwater Biology**, v. 49: p. 787-800. 2004.

LUCAS, M.; BARAS, E. **Migration of freshwater fishes**. John Wiley & Sons, 2008, p. 420.

LUZ-AGOSTINHO, K. D. G.; AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; FUGI, R. Effects of flooding regime on the feeding activity and body condition of piscivorous fish in the Upper Paraná River floodplain. Brazilian **Journal of Biology**, v. 69, n. 2, p. 481-490, 2009.

LOPES, C. A. **Efeito do barramento de rio neotropical na distribuição do ictioplâncton: estudo de longa duração**. p.105, 2017.

LOWE-MCCONNELL, R. H. **Ecological studies in tropical fish communities**. Cambridge, Cambridge University Press, p.387, 1987.

LOWE-MCCONNELL, R.H. **Estudos ecológicos de comunidades de peixes tropicais**. São Paulo, EDUSP, p.584, 1999.

MACHADO, C. **Aspectos reprodutivos do dourado *Salminus brasiliensis* (Cuvier,1816) (TELEOSTEI, CHARACIDAE) na região do alto rio Uruguai, Brasil**. Magister Thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003

MAGRI, J.L.; SOUZA, S.L.; CABRAL, C.A.; ZANIBONI-FILHO, E.. In: ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A. P. O. **Reservatório de Itá: Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna**. Implantação da Primeira hidrelétrica no Alto Rio Uruguai. Florianópolis, cap. 1, p. 11-20, 2008.

MENEZES, N. A.; VAZZOLER, A. E. A. M. Reproductive characteristics of Characiformes. In: **Reproductive biology of South American vertebrates**. Springer, New York, NY, p. 60-70, 1992.

MOUNIC-SILVA, C.E.; LEITE, R. Abundance of young-of-the-year migratory Characiforms in floodplain areas of the middle Solimões-Amazon River at flooding 2007/2008. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 29, p. 118-124. 2013.

NAKATANI, K.; BAUMGARTNER, G.; CAVICCHIOLI, M. Ecologia de ovos e larvas de peixes. In: VAZZOLER, A. E. A. de M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM: Nupélia, cap. II.9, p. 281-306, 1997.

NAKATANI, K.; AGOSTINHO, A. A.; BAUMGARTNER, G.; BIALETZKI, A.; SANCHES, P. V.; MAKRAKIS, M. C.; PAVANELLI, C. S. **Ovos e larvas de peixes de Água Doce: desenvolvimento e manual de Identificação**. EDUEM, Maringá. 2001.

NORTHCOTE, T.G. Migratory strategies and production in freshwater fishes. In **Ecology of freshwater fish production**. Edited by S.D. Gerking. Blackwell, Oxford. p. 326–359, 1978.

NORTHCOTE, T.G. Potamodromy in salmonidae: living and moving in the fast lane. N. Am. J. **Fish. Manage.** 17: 1029–1045. 1997.

OLDANI, N. O. Variaciones de la abundancia de peces del valle del rio Paraná (Argentina). **Revue D' Hydrobiologie Tropicale** 23(1), p.67-76, 1990.

OLIVEIRA, A.G.; SUZUKI, H.I.; GOMES, L.C.; AGOSTINHO, A.A. Interspecific variation in migratory fish recruitment in the Upper Paraná River: effects of the duration and timing of floods. **Environmental Biology of Fishes**, v. 98: p. 1327-1337. 2015.

PALOMINO-CUYA, D.G.; BRANDIMARTE, L.; POPESCU, I.; ALTERACH, J.; PEVIANI, M. A GIS-Based assessment of maximum potential hydropower production in La Plata basin under global changes. **Renew Energy**, v. 50, p. 103-114. 2013.

PETERS, R. K. The role of prediction in limnology. **Limnology and Oceanography**, v. 31, n. 5, p. 1143-1159, 1986.

PETTS, G. E. A perspective on the abiotic processes sustaining the ecological integrity of running waters. **Hidrobiologia**. 422/423, p.15-27, 2000.

POPESCU, I.; BRANDIMARTE, L.; PERERA, M.S.U.; PEVIANI, M. Assessing residual hydropower potential of the La Plata Basin accounting for future user demands. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 16, p. 2813-2823. 2012.

POULSEN, A. F.; POEU, O.; VIRAVONG, S.; SUNTORNRATANA, U.; TUNG, N. T.; MEKONG River Commission. **Fish migrations of the Lower Mekong River Basin: implications for development, planning and environmental management**, 2002.

REYNALTE-TATAJE, D. A. **Influência das variáveis ambientais na distribuição espaço-temporal do ictioplâncton em duas bacias hidrográficas brasileiras**. Unpublished Ph.D. Thesis, Programa de Pós-Graduação em Ecologia de Ambientes Aquáticos Continentais, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, p.119, 2007.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Biologia e identificação de ovos e larvas de peixes do alto rio Uruguai, Brasil. Pp. 229-256. In: ZANIBONI-FILHO, E.; Nuñez, A. P. O. (Eds.). **Reservatório de Itá. Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna**. Florianópolis, Editora UFSC, p.319, 2008.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; HERMES-SILVA, S.; SILVA, M. M. C.; ABBUD, F. M.; CORREA, R. N.; ZANIBONI-FILHO, E. Locais de crescimento de larvas de peixes na região do Alto rio Uruguai, (Brasil). In: ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A. P. O. (eds) **Reservatório de Itá—estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de**

cultivo e conservação da ictiofauna. Ed. Da UFSC, Florianópolis, p.107–130, 2008a.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; HERMES-SILVA, S.; WEISS, L. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Distribuição e abundância temporal do ictioplâncton no alto rio Uruguai, Brasil. Pp. 195-228. In: ZANIBONI-FILHO, E.; Nuñez, A. P. O. (Eds.). **Reservatório de Itá. Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna.** Florianópolis, Editora UFSC, p.319, 2008b.

REYNALTE-TATAJE, D. A., NAKATANI, K., FERNANDES, R., AGOSTINHO, A. A.; BIALETZKI, A. Temporal distribution of ichthyoplankton in the Ivinhema River (Mato Grosso do Sul State/Brazil): influence of environmental variables. **Neotropical Ichthyology**, 9(2), p.427-436, 2011.

REYNALTE-TATAJE, D.A.; ZANIBONI-FILHO, E.; BIALETZKI, A.; AGOSTINHO, A.A. Temporal variability of fish larvae assemblages: influence of natural and anthropogenic disturbances. **Neotropical Ichthyology**.10, p.837-835, 2012.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; AGOSTINHO, A. A.; BIALETZKI, A.; HERMES-SILVA, S.; FERNANDES, R.; ZANIBONI-FILHO, E. Spatial and temporal variation of the ichthyoplankton in a subtropical river in Brazil. **Environmental biology of fishes**, 94(2), p.403-419, 2012a.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; NUÑER, A. P.; NUNES, M. C.; GARCIA, V.; LOPES, C. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Spawning of migratory fish species between two reservoirs of the upper Uruguay River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 10(4), 829-835, 2012b.

REYNALTE-TATAJE, D. A.; AGOSTINHO, A. A.; BIALETZKI, A. Temporal and spatial distributions of the fish larval assemblages of the Ivinhema River sub-basin (Brazil). **Environmental biology of fishes**, 96(7), p.811-822, 2013.

RICHARDS, W.J. Status of the identification of the early life stages of fishes. **Bulletin of Marine Science**, Miami, v.37, n. 2, p. 756-760, 1985.

RODGER, A.W.; MAYES, K.B.; WINEMILLER, K.O. Larval fish abundance in relation to environmental variables in two Texas Gulf Coast rivers. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 31(4): p. 625-640. 2016.

ROLLS, R. J.; GROWNS, I. O.; KHAN, T. A.; WILSON, G. G.; ELLISON, T. L.; PRIOR, A.; WARING, C. C. Fish recruitment in rivers with modified discharge depends on the interacting effects of flow and thermal regimes. **Freshwater Biology**, 58(9), p.1804-1819, 2013.

SANCHES, P. V.; NAKATANI, K.; BIALETZKI, A.; BAUMGARTNER, G.; GOMES, L. C.; LUIZ, E. A. Flow regulation by dams affecting ichthyoplankton: the case of the Porto Primavera Dam, Paraná River, Brazil. **River Research and Applications**, v. 22, p.555-565, 2006.

SATO, Y. et al. Impacto a jusante do reservatório de Três Marias sobre a reprodução do peixe reofílico curimatá-pacu (*Prochilodus argenteus*). In: **Águas, peixes e pescadores do São Francisco das Minas Gerais** (Eds H. P. Godinho & A. L. Godinho), Belo Horizonte: PUC, Minas, p. 327-345, 2003.

SCHIEMER, F. et al. Ontogenetic patterns in thermal adaptation of fish vs. Longterm temperature trends in large rivers. **International Congress Series**, 1275, p.209-217, 2004.

SCHIEMER, F.; GUTI, G.; KECKEIS, H.; STARAS, M.; WELCOMME, R. L.; PETR, T.; Mekong River Commission. **Ecological status and problems of the Danube River and its fish fauna: a review**. 2004.

SEVERI, W. **Ecologia do ictioplâncton no pantanal de Barão de Melgaço, bacia do rio Cuiabá, Mato Grosso, Brasil**. Unpublished, Ph.D. dissertation, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, P.264, 1997.

SHOJI, J.; TANAKA, M. Larval abundance, growth, and recruitment of Japanese Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* in the Seto Inland Sea, Japan. **The Big**

Fish Bang. Proceedings of the 26th Annual Larval Fish Conference. p. 395-404. 2003.

SILVA, P. A. D.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. Identification of fish nursery areas in a free tributary of an impoundment region, upper Uruguay River, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, 10(2), p.425-438, 2012.

SIMÕES, N. R.; DIAS, J. D.; LEAL, C. M.; BRAGHIN, L. S.; LANSAC-TÔHA, F. A.; BONECKER, C. C. Floods control the influence of environmental gradients on the diversity of zooplankton communities in a neotropical floodplain. **Aquatic Sciences** 75, p.607–617, 2013.

SKOV, C.; BRODERSEN, J.; NILSSON, P.A.; HANSSON, L.-A.; BRONMARK, C. Inter- and size- specific patterns of fish seasonal migration between a shallow lake and its streams. **Ecol. Freshw. Fish**, 17, p.406–415, 2008.

SKOV, C.; BAKTOFT, H.; BRODERSEN, J.; BRONMARK, C.; CHAPMAN, B.B.; HANSSON, L.-A.; NILSSON, P.A. **Sizing up your enemy: individual predation vulnerability predicts migratory probability.** Proc. R. Soc. Lond. B Biol. Sci. 278, p.1414–1418, 2011.

SUZUKI, H.I.; AGOSTINHO, A.A.; BAILLY, D.; GIMENES, M.F.; JÚLIO-JÚNIOR, H.F.; GOMES, L.C. Inter-annual variations in the abundance of young-of-the-year of migratory fishes in the Upper Paraná River floodplain: relations with hydrographic attributes. **Brazilian Journal of Biology**. v. 69 (Supl. 2): p. 649-660. 2009.

TANAKA, S. Stock assessment by means of ichthyoplankton surveys. **FAO Fish Tech Pap** 122, p.33–51. 1973.

TONKIN, Z.; KEARNS, J.; LYON, J.; BALCOMBE, S.R.; KING, A.J.; BOND, N.R. Regional-scale extremes in river discharge and localized spawning stock abundance influence recruitment dynamics of a threatened freshwater fish. **Ecohydrology**, v. 10: e1842. 2017.

TYLIANAKIS, J. M.; KLEIN, A. M.; TSCHARNTKE, T. Spatiotemporal variation in the diversity of Hymenoptera across a tropical habitat gradient. **Ecology**, 86(12), p.3296-3302, 2005.

VANNOTE, R. L.; MINSHALL, G. W.; CUMMINS, K. W.; SEDELL, J. R.; CUSHING, C. E. The river continuum concept. **Canadian journal of fisheries and aquatic sciences**, 37(1), 130-137, 1980.

VAZZOLER, A. E. A. M. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá, EDUEM, p.169, 1996.

VAZZOLER, A. E. A. de M.; SUZUKI, H. I.; MARQUES, E. E.; PEREZ LIZAMA, M. A. Primeira maturação gonadal, períodos e áreas de reprodução. In: VAZZOLER, A. E. A. de M.; AGOSTINHO, A. A.; HAHN, N. S. (Ed.). **A planície de inundação do alto rio Paraná: aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos**. Maringá: EDUEM: Nupélia, cap. II.7, p. 249-265, 1997.

Vörösmarty, C. J., McIntyre, P. B., Gessner, M. O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., ... & Davies, P. M. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. **Nature**, 467(7315), 555.

WERNER, R. G. Habitat requirements. In: **Fishery Science The Unique Contributions of Early Life Stages** (Eds L. A. Fuiman & R. G Werner), Oxford, Blackwell Sciences, p.161 – 182, 2002.

WILKINSON, L. 2007. **SYSTAT**: the Systems for Statistics Version 12.0. San Jose, Software Inc.

ZANIBONI-FILHO, E.; SCHULZ U. H. Migratory fishes of the Uruguay River In: CAROLSFELD, J.; HARVERY, B.; BAER, A.; ROSS, C. (Eds.). **Migratory fishes of the South America: Biology, social, importance and conservation status**. Victoria: world Fisheries Trust, p.135-168, 2003.

ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O.; REYNALTE-TATAJE, D.; HERMES-SILVA, S.; MEURER, S. Alterações espaciais e temporais da estrutura da comunidade de peixes em decorrência da implantação do reservatório de Itá (Alto rio Uruguai). In: (Orgs.) ZANIBONI-FILHO, E.; NUÑER, A.P.O. **Reservatório de Itá. Estudos ambientais, desenvolvimento de tecnologias de cultivo e conservação da ictiofauna**. Florianópolis, EdUFSC. p. 21-48. 2008.

ZANIBONI-FILHO, E.; RIBOLLI, J.; HERMES-SILVA, S.; NUÑER A.P.O. Wide reproductive period of a long-distance migratory fish in a subtropical river, Brazil. **Neotropical Ichthyology**, v. 15(1): e160135. 2017.

ZIOBER, S. R. **Avaliação espaço-temporal do ictioplâncton em um trecho não represado do alto rio Uruguai-Brasil**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. p.118, 2014.

ZIOBER, S. R.; REYNALTE-TATAJE, D. A.; ZANIBONI-FILHO, E. The importance of a conservation unit in a subtropical basin for fish spawning and growth. **Environmental biology of fishes**, 98(2), p.725-737, 2015.